

# OPTICAL DISK, REPRODUCING METHOD AND APPARATUS AND RECORDER FOR THE OPTICAL DISK

Publication number: JP2002203369 (A)

Publication date: 2002-07-19

Inventor(s): SHOJI MAMORU; NAKAMURA ATSUSHI; ISHIDA TAKASHI; ISHIBASHI HIROMICHI; MIYASHITA SEIJUN; CHIGA HISASHI; TAKAHASHI RIE

Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

Classification:

- international: G06F3/06; G11B7/007; G11B20/10; G11B20/12; G06F3/06; G11B7/007; G11B20/10; G11B20/12; (IPC1-7): G11B20/10; G06F3/06; G11B7/007; G11B20/12

- European:

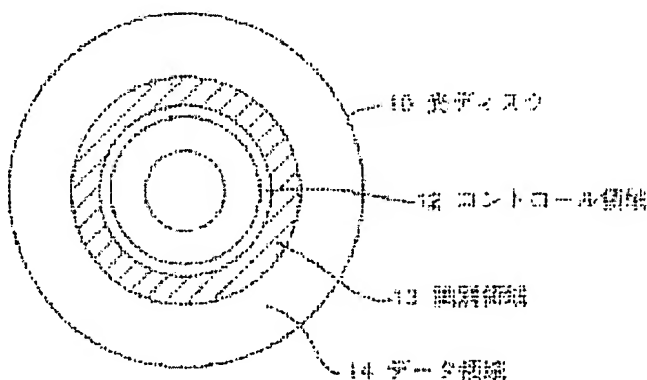
Application number: JP20010291568 20010925

Priority number(s): JP20010291568 20010925; JP20000288346 20000922; JP20000292034 20000926; JP20000323676 20001024

## Abstract of JP 2002203369 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical disk for preventing the illegal copy of a digital work recorded thereon, and to provide a reproduction method, apparatus and recorder of the optical disk.

**SOLUTION:** An optical disk 10 has a control region 12 on which control information is recorded, a data region 14 on which main digital information is recorded, and an identification region 13 on which sub-digital information being peculiar to the main digital information is recorded. In the identification region 13, pit sequences are recorded as sub-digital information with clock timing which is locally phase-modulated. In the case the identification information of the disk is recorded as sub-digital information, key information stored into the recorder and identification information (sub-digital information) detected from the fluctuation of the jitter value in the identification region 13 are compared at the time of playback of the optical disk 10. When a correlation is found between them, it is judged that the disk is authorized and reproduction is permitted, thereby preventing illegal copying.



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-203369

(P2002-203369A)

(43) 公開日 平成14年7月19日 (2002. 7. 19)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト <sup>*</sup> (参考)
G 1 1 B 20/10		G 1 1 B 20/10	H 5 B 0 6 5
	3 0 1		3 0 1 Z 5 D 0 4 4
G 0 6 F 3/06	3 0 4	G 0 6 F 3/06	3 0 4 M 5 D 0 9 0
G 1 1 B 7/007		G 1 1 B 7/007	
20/12		20/12	
審査請求 未請求 請求項の数50 O L (全 45 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-291568 (P2001-291568)

(22) 出願日 平成13年9月25日 (2001. 9. 25)

(31) 優先権主張番号 特願2000-288346 (P2000-288346)

(32) 優先日 平成12年9月22日 (2000. 9. 22)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願2000-292034 (P2000-292034)

(32) 優先日 平成12年9月26日 (2000. 9. 26)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願2000-323676 (P2000-323676)

(32) 優先日 平成12年10月24日 (2000. 10. 24)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821  
松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 東海林 衛  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 中村 敦史  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 100062144  
弁理士 青山 葆 (外1名)

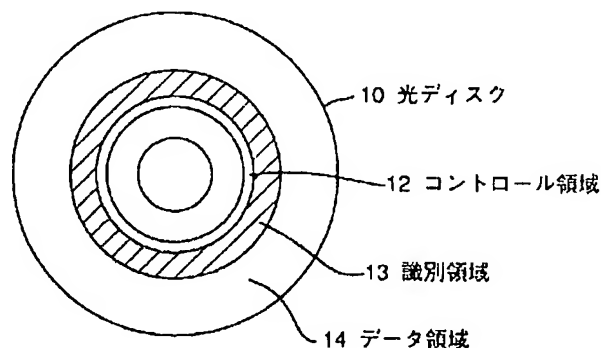
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ディスク、その再生方法、再生装置および記録装置

## (57) 【要約】

【課題】 デジタル著作物が記録された光ディスクの不正コピーを防止可能な光ディスク、その再生方法、再生装置及び記録装置を提供する。

【解決手段】 光ディスク10は制御情報が記録されるコントロール領域12、主デジタル情報が記録されるデータ領域14、主デジタル情報に固有の情報である副デジタル情報が記録される識別領域13を有する。識別領域13において、局所的に位相変調されたクロックタイミングでビット列が副デジタル情報として記録される。副デジタル情報としてディスクの識別情報が記録された場合、光ディスク10の再生時に、記録装置に記憶されている鍵情報と、識別領域13においてジッタ値の変動から検出した識別情報（副デジタル情報）とを比較し、相関がある場合にそのディスクが正規のディスクであると判定し再生を許可する。これにより不正コピーを防止できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光学的に読み取り可能な記録マークによって記録された主デジタル情報と、前記記録マークの位置または形状を微量だけ変位させることによって重畳記録された副デジタル情報を有する光ディスクであって、

前記主デジタル情報によって記録された一つのコンテンツに対して、同一副デジタル情報を格納する複数の領域が設けられていることを特徴とする光ディスク。

【請求項 2】 光学的に読み取り可能な記録マークによって記録された主デジタル情報と、前記記録マークの位置または形状を微量だけ変位させることによって重畳記録された副デジタル情報を有する光ディスクであって、

前記主デジタル情報によって記録された一つのコンテンツに対して、異なる副デジタル情報を格納する複数の領域が設けられていることを特徴とする光ディスク。

【請求項 3】 前記複数の領域は所定半径位置単位に設けられていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の光ディスク。

【請求項 4】 前記複数の領域は所定アドレス単位に設けられていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の光ディスク。

【請求項 5】 領域毎に変位量が異なることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の光ディスク。

【請求項 6】 光学的に読み取り可能な記録マークによって記録された主デジタル情報と、前記記録マークの位置または形状を微量だけ変位させることによって重畳記録された副デジタル情報を有する光ディスクであって、

前記主デジタル情報によって記録された異なるコンテンツに対して、異なる副デジタル情報が設けられていることを特徴とする光ディスク。

【請求項 7】 光学的に読み取り可能な記録マークによって主デジタル情報が記録された光ディスクに、前記記録マークのトラック方向の位置または形状を微量だけ変位させることによって副デジタル情報が重畳記録された光ディスクであって、

前記副デジタル情報は、前記主デジタル情報によりコンテンツが記録されたデータ領域とは異なる領域に形成されていることを特徴とする光ディスク。

【請求項 8】 光学的に読み取り可能な記録マークによって主デジタル情報が記録された光ディスクに、前記記録マークの位置または形状を微量だけ変位させることによって副デジタル情報が重畳記録された光ディスクであって、

前記副デジタル情報は、前記主デジタル情報によりコンテンツが記録されたデータ領域及び制御情報が記録されたコントロール領域とは異なる領域に形成されていることを特徴とする光ディスク。

【請求項 9】 副デジタル情報はディスクもしくはコンテンツが正規であることを判定するための情報であることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれかに記載の光ディスク。

【請求項 10】 副デジタル情報を基に構成されるパターンと相関のあるパターンが記録されていることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれかに記載の光ディスク。

【請求項 11】 副デジタル情報が形成された領域の場所を示す情報が記録されていることを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれかに記載の光ディスク。

【請求項 12】 光学的に読み取り可能な記録マークによって主デジタル情報が記録された光ディスクに、前記記録マークのトラック方向の位置または形状を微量だけ変位させることによって副デジタル情報が重畳記録された光ディスクの再生方法であって、

前記副デジタル情報を基にパターンを構成し、前記パターンを所定の鍵情報と比較し、相関が認められない場合に、前記主デジタル情報によって記録されたコンテンツの再生を制限することを特徴とする光ディスクの再生方法。

【請求項 13】 一定再生時間毎に副デジタル情報を再生することを特徴とする請求項 12 記載の光ディスクの再生方法。

【請求項 14】 鍵情報をネットワークにより入手することを特徴とする請求項 12 記載の光ディスクの再生方法。

【請求項 15】 光学的に読み取り可能な記録マークによって主デジタル情報と副デジタル情報が記録された光ディスクであって、前記副デジタル情報を抽出するために必要な副デジタル情報管理情報が予め記録されていることを特徴とした光ディスク。

【請求項 16】 前記記録マークのエッジ位置をトラック方向に微量だけ変位させる位相変調によって前記副デジタル情報が記録されており、前記記録マークのエッジ位置は前記主デジタル情報だけを記録する場合における記録マークのエッジ位置に対して一定の前記微量だけ位相を進めた位置及び遅らせた位置のいずれかに形成されたことを特徴とする請求項 15 記載の光ディスク。

【請求項 17】 乱数系列の初期値が、前記副デジタル情報管理情報として光ディスク上に予め記録されていることを特徴とする請求項 15 または 16 記載の光ディスク。

【請求項 18】 前記記録マークを、一定長の乱数系列について進み分と送れ分とを積算し、前記積算値の大きさが予め定められた閾値より大きいか小さいかに基づいて副デジタル情報を生成し、前記閾値が前記副デジタル情報管理情報として予め記録されていることを特徴とする請求項 15 または 16 記載の光ディスク。

【請求項 19】 前記副デジタル情報の配置位置を、前記副デジタル情報管理情報として予め記録されているこ

とを特徴とする請求項15または16記載の光ディスク。

【請求項20】 前記記録マークの長さによって、前記位相変調のON/OFFを切り替えながら副デジタル情報が記録されていることを特徴とする請求項15または16記載の光ディスク。

【請求項21】 前記位相変調のON/OFFを決める前記記録マークの長さ情報を、前記副デジタル情報管理情報として予め記録されていることを特徴とする請求項15、16または20記載の光ディスク。

【請求項22】 前記副デジタル情報管理情報は、光ディスク上のコントロールデータ領域に予め記録されていることを特徴とする請求項15または16記載の光ディスク。

【請求項23】 前記副デジタル情報管理情報は、光ディスク上のユーザーデータ領域に予め記録されていることを特徴とする請求項15または16記載の光ディスク。

【請求項24】 前記副デジタル情報管理情報は、光ディスク上のBCAに予め記録されていることを特徴とする請求項15または16記載の光ディスク。

【請求項25】 光学的に読み取り可能な記録マークによって主デジタル情報が記録され、前記記録マークのエッジ位置は、トラック方向に微量だけ変位させる位相変調によって副デジタル情報が記録されており、前記主デジタル情報だけを記録する場合における記録マークのエッジ位置に対して一定の前記微量だけ位相を進めた位置及び遅らせた位置のいずれかに形成され、前記副デジタル情報を抽出するために必要な副デジタル情報管理情報が予め記録されている光ディスクから、主デジタル情報を再生する再生手段と、副デジタル情報を抽出する副デジタル情報抽出手段とを備えたことを特徴とする光ディスク再生装置。

【請求項26】 前記副デジタル情報抽出手段は、前記光ディスク上の副デジタル情報管理情報から読み出した情報をもとに副デジタル情報を抽出することを特徴とした請求項25記載の光ディスク再生装置

【請求項27】 光学的に読み取り可能な記録マークを形成することによって主デジタル情報を記録する装置であって、前記記録マークのエッジ位置を、トラック方向に微量だけ変位させる位相変調によって副デジタル情報を記録する副デジタル情報記録手段を備え、前記副デジタル情報記録手段は、前記副デジタル情報に基づいて、前記主デジタル情報に対応する記録マークのエッジ位置を、一定の前記微量だけ位相を進めた位置及び遅らせた位置のいずれかに形成し、前記副デジタル情報を抽出するために必要な副デジタル情報管理情報を前記光ディスク上に記録する手段を備えることを特徴とする光ディスク記録装置。

【請求項28】 光学的に読み取り可能な記録マークによって主デジタル情報が記録された光ディスクであって、

特定の記録マークの位置または形状を微量だけ変化させることによって副デジタル情報が記録された光ディスクであって、

前記主デジタル情報は前記副デジタル情報により暗号化されていることを特徴とする光ディスク。

【請求項29】 前記主デジタル情報は、所定の記録データの集合体を単位として、複数の記録データの集合体に分割され、

前記記録データの集合体は、各々前記記録データの集合体に対応した副デジタル情報で暗号化されていることを特徴とする請求項28記載の光ディスク。

【請求項30】 前記副デジタル情報は、暗号化される主デジタル情報が記録された領域に記録されていることを特徴とする請求項28または29記載の光ディスク。

【請求項31】 前記副デジタル情報は、暗号化される主デジタル情報が記録された領域とは異なる領域に記録されていることを特徴とする請求項28または29記載の光ディスク。

【請求項32】 前記主デジタル情報は、コンテンツを単位として、複数の記録データの集合体に分割されていることを特徴とする請求項28ないし31のいずれかに記載の光ディスク。

【請求項33】 前記主デジタル情報は、半径位置を単位として、複数の記録データの集合体に分割されていることを特徴とする請求項28ないし31のいずれかに記載の光ディスク。

【請求項34】 前記主デジタル情報は、トラックを単位として、複数の記録データの集合体に分割されていることを特徴とする請求項28ないし31のいずれかに記載の光ディスク。

【請求項35】 前記主デジタル情報は、ECCブロックを単位として、複数の記録データの集合体に分割されていることを特徴とする請求項28ないし31のいずれかに記載の光ディスク。

【請求項36】 前記主デジタル情報は、セクタを単位として、複数の記録データの集合体に分割されていることを特徴とする請求項28ないし31のいずれかに記載の光ディスク。

【請求項37】 前記主デジタル情報を構成する複数の記録データの集合体の中には、暗号化されない記録データの集合体が存在することを特徴とする請求項28ないし36のいずれかに記載の光ディスク。

【請求項38】 前記暗号化される記録データの集合体中の記録データにおいて、一部暗号化されない記録データが存在することを特徴とする請求項28ないし36のいずれかに記載の光ディスク。

【請求項39】 前記1つの記録データの集合体を暗号

化するための副デジタル情報が、2つ以上存在することを特徴とする請求項28ないし36のいずれかに記載の光ディスク

【請求項40】 光ディスクに記録マークを形成することによって主デジタル情報を記録する装置であって、前記記録マークのエッジ位置または形状を微量だけ変化させることにより副デジタル情報を記録する副デジタル情報記録手段と前記副デジタル情報に基づいて主デジタル情報を暗号化する主デジタル情報暗号化手段とを備えることを特徴とする光ディスク記録装置。

【請求項41】 前記副デジタル情報記録手段は、前記記録マークのエッジ位置をトラック方向に微量だけ変位させる位相変調により副デジタル情報を記録することを特徴とする請求項40記載の光ディスク記録装置。

【請求項42】 前記副デジタル情報記録手段は、前記暗号化される主デジタル情報が記録される領域に副デジタル情報を記録することを特徴とする請求項40または41記載の光ディスク記録装置。

【請求項43】 前記副デジタル情報記録手段は、前記暗号化される主デジタル情報が記録される領域とは異なる領域に副デジタル情報を記録することを特徴とする請求項40または41記載の光ディスク記録装置。

【請求項44】 光ディスクに形成された記録マークを検出することによって主デジタル情報を再生する装置であって、検出した記録マークの列に対応するチャンネル信号から副デジタル情報を抽出する副デジタル情報抽出手段と前記副デジタル情報抽出手段が抽出した副デジタル情報に基づいて、暗号化された主デジタル情報を復号する主デジタル情報復号手段とを備えることを特徴とする光ディスク再生装置。

【請求項45】 前記副デジタル情報抽出手段は、前記検出した記録マークの列に対応する前記チャンネル信号から、それに同期するチャンネルビットクロックを抽出するクロック抽出手段を備え、前記チャンネル信号と前記チャンネルビットクロックとの位相差に基づいて副デジタル情報を抽出することを特徴とする請求項44記載の光ディスク再生装置。

【請求項46】 前記副デジタル情報抽出手段は、暗号化された主デジタル情報が記録された領域の記録マークの列に対応するチャンネル信号から、前記副デジタル情報を抽出することを特徴とする請求項44または45記載の光ディスク再生装置。

【請求項47】 前記副デジタル情報抽出手段は、暗号化された主デジタル情報が記録された領域とは異なる領域の記録マークの列に対応するチャンネル信号から、前記副デジタル情報を抽出することを特徴とする請求項44または45記載の光ディスク再生装置。

【請求項48】 光学的に読み取り可能な記録マークによって記録された主デジタル情報と、前記記録マークの

位置または形状を微量だけ変位させることによって重畳記録された副デジタル情報を有する光ディスクにおいて、再生時の線速度に応じて副デジタル情報を有する複数の領域が設けられていることを特徴とする光ディスク。

【請求項49】 異なる副デジタル情報を有することを特徴とする請求項48記載の光ディスク。

【請求項50】 光学的に読み取り可能な記録マークによって記録された主デジタル情報と、前記記録マークの位置または形状を微量だけ変位させることによって重畳記録された副デジタル情報を有する光ディスクにおいて、同一副デジタル情報を有し、変位量の異なる複数の領域が設けられていることを特徴とする光ディスク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、収束された光ビームを記録媒体上に照射し、記録媒体からの反射光を検知して情報を再生する光学式記録媒体（光記録媒体）に関するものである。

【0002】

【従来の技術】DVD（Digital Versatile Video Disc）に代表される光ディスクは、AV（Audio Video）データやコンピュータデータ等の大容量のデジタルデータを記録する媒体として広く普及している。例えば、2時間以上の高品質な動画がDVD-ROMに記録され、販売されている。

【0003】このようなデジタル著作物の健全な流通を確保するためには、記録媒体上のデジタル著作物が不正に他の記録媒体にコピーされることを防止する技術が必要とされる。

【0004】不正コピーを防止する従来の技術として、コンテンツ暗号と呼ばれる方式がある（日経エレクトロニクス1996.11.18 P.13-14参照）。図33はDVDの一般的な記録領域を示す。同図に示すようにDVD20はコンテンツが格納されるユーザがアクセス可能な情報領域20aと、ユーザがアクセスできない制御情報領域20bとを有する。従来の方式では、映画等の圧縮化されたデジタルコンテンツを3階層の秘密鍵（タイトル鍵、ディスク鍵、マスター鍵）を用いて暗号化した後に、その暗号化コンテンツをユーザがアクセス可能な情報領域20aに記録しておくというものである。そしてそれら暗号鍵の中で最も重要なマスター鍵についてはライセンスを受けた正規のDVD機器メーカーにだけ通知しておき、個々のDVD毎及びタイトルごとに必要とされるディスク鍵及びタイトル鍵については、マスター鍵に基づいて暗号化した後に、ユーザがアクセスできない制御情報領域（リードイン領域）20bに格納しておくというものである。

【0005】これによって、ライセンスを受けていない

不正なDVD再生装置による暗号化コンテンツの復号は不可能となるので、暗号化されていない状態のデジタル著作物が記録されたDVDを大量に製造し販売する等の不正行為が防止される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来技術は、いわゆる海賊版の発生を防止することができない。つまり、制御情報領域も含めたDVDの全記憶領域の内容がそのまま他のDVDにデッドコピーされてしまった場合には、正規のDVDと同様に、ライセンスを受けたDVD機器によって暗号化コンテンツが読み出され、復号されてしまう。

【0007】デッドコピーの方法の一例について図13を用いて説明する。図13において、コピー元の光ディスク20とコピー先の光ディスク20'のスピンドルモータの回転を完全同期させ、再生ヘッド2003を介して、光ディスク20上のデータを再生する。再生信号は再生アンプ2004で増幅され、2値化回路2005で2値化されて、PLL(Phase Locked Loop)回路2006に入力される。PLL回路2006では入力信号を基にクロック信号2010を生成する。フリップフロップ2007で、クロック信号2010のタイミングにより、2値化回路2005の出力信号を同期化して出力し、光変調器2008に入力する。光変調器2008では入力信号から光変調信号を生成し、記録ヘッド2009を介して光ディスク20'に記録する。

【0008】このようにして、ユーザがアクセスできない領域20bも含めた光ディスクの全領域が他の光ディスクにそっくりコピーされた場合には、正規の光ディスクとの区別が付かないため、コンテンツが復号されてしまうという課題があった。

【0009】これでは、被暗号化コンテンツが格納されたDVDの不正な製造を防止することはできても、暗号化コンテンツが格納されたDVDをそっくりそのまま不正にコピーするという不正行為を防止することはできない。このような海賊版が安価に市場に出回ることとなれば、そのコンテンツの著作権は侵害されてしまう。

【0010】そこで、本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであり、デジタル著作物が記録された光ディスクがそっくりそのまま不正コピーされることを防止することが可能な光ディスク、その記録再生装置及び記録再生方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明に係る光ディスクは、光学的に読み取り可能な記録マークによって記録された主デジタル情報と、記録マークの位置または形状を微量だけ変位させることによって重畳記録された副デジタル情報を有する光ディスクであって、主デジタル情報によって記録された一つのコンテンツに対して、同一副デジタル情報を格納する複数の領域が設けられてい

る。

【0012】本発明に係る別の光ディスクは、光学的に読み取り可能な記録マークによって記録された主デジタル情報と、記録マークの位置または形状を微量だけ変位させることによって重畳記録された副デジタル情報を有する光ディスクであって、主デジタル情報によって記録された一つのコンテンツに対して、異なる副デジタル情報を格納する複数の領域が設けられている。

【0013】上記の光ディスクにおいて、主デジタル情報によって記録された異なるコンテンツに対して、異なる副デジタル情報が設けられてもよい。

【0014】また、上記の光ディスクにおいて、副デジタル情報は、主デジタル情報によりコンテンツが記録されたデータ領域とは異なる領域に形成されてもよい。

【0015】本発明に係るさらに別の光ディスクは、光学的に読み取り可能な記録マークによって主デジタル情報が記録された光ディスクに、前記記録マークの位置または形状を微量だけ変位させることによって副デジタル情報が重畳記録された光ディスクであって、副デジタル情報が、主デジタル情報によりコンテンツが記録されたデータ領域及び制御情報が記録されたコントロール領域とは異なる領域に形成されている。

【0016】本発明に係る光ディスクの再生方法は、光学的に読み取り可能な記録マークによって主デジタル情報が記録された光ディスクに、前記記録マークのトラック方向の位置または形状を微量だけ変位させることによって副デジタル情報が重畳記録された光ディスクの再生方法において、前記副デジタル情報を基にパターンを構成し、前記パターンを所定の鍵情報と比較し、相関が認められない場合に、前記主デジタル情報によって記録されたコンテンツの再生を制限する。

【0017】本発明に係るさらに別の光ディスクは光学的に読み取り可能な記録マークによって主デジタル情報が記録された光ディスクであり、記録マークのエッジ位置は、トラック方向に微量だけ変位させる位相変調によって副デジタル情報が記録されており、主デジタル情報だけを記録する場合における記録マークのエッジ位置に対して一定の前記微量だけ位相を進めた位置及び遅らせた位置のいずれかに形成され、副デジタル情報を抽出するために必要な副デジタル情報管理情報が予め記録されている。

【0018】本発明に係る別の光ディスク再生装置は、光学的に読み取り可能な記録マークによって主デジタル情報が記録され、記録マークのエッジ位置は、トラック方向に微量だけ変位させる位相変調によって副デジタル情報が記録されており、主デジタル情報だけを記録する場合における記録マークのエッジ位置に対して一定の前記微量だけ位相を進めた位置及び遅らせた位置のいずれかに形成され、副デジタル情報を抽出するために必要な副デジタル情報管理情報が予め記録されている光デ

ィスクから主デジタル情報を再生する再生手段と、副デジタル情報を抽出する副デジタル情報抽出手段を備える。

【0019】本発明に係る光ディスク記録装置は、光学的に読み取り可能な記録マークを形成することによって主デジタル情報を記録する装置であって、記録マークのエッジ位置をトラック方向に微量だけ変位させる位相変調によって、副デジタル情報を記録する副デジタル情報記録手段を備える。副デジタル情報記録手段は、副デジタル情報に基づいて、主デジタル情報に対応する記録マークのエッジ位置を、一定の前記微量だけ位相を進めた位置及び遅らせた位置のいずれかに形成し、副デジタル情報を抽出するために必要な副デジタル情報管理情報を光ディスク上に記録する手段を備える。

【0020】本発明に係るさらに別の光ディスクは、光学的に読み取り可能な記録マークによって主デジタル情報が記録された光ディスクであって、記録マークの位置または形状を微量だけ変化させることによって副デジタル情報が記録されており、主デジタル情報が副デジタル情報により暗号化されている。

【0021】本発明に係るさらに別の光ディスク記録装置は、光学的に読み取り可能な記録マークを形成することによって主デジタル情報を記録する装置であって、記録マークの位置または形状を微量だけ変化させることにより副デジタル情報を記録する副デジタル情報記録手段と、副デジタル情報に基づいて主デジタル情報を暗号化する主デジタル情報暗号化手段とを備える。

【0022】本発明に係るさらに別の光ディスク再生装置は、光ディスクに形成された記録マークを検出することによって主デジタル情報を再生する装置であって、検出した記録マークの列に対応するチャンネル信号から副デジタル情報を抽出する副デジタル情報抽出手段と、前記副デジタル情報抽出手段が抽出した副デジタル情報に基づいて、暗号化された主デジタル情報を復号する主デジタル情報復号手段とを備える。

【0023】

【発明の実施の形態】以下添付の図面を参照して、本発明に係る光ディスク及び光ディスクの記録再生方法の実施の形態を詳細に説明する。

【0024】（実施の形態1）図1は本発明の実施の形態1における光ディスクの構成図である。図1に示すように、光ディスク10は、制御情報等が記録されているコントロール領域12と、識別領域13と、コンテンツが記録されるデータ領域14とを有する。

【0025】識別領域13では、局所的に基準クロックを位相変調したクロックのタイミングでビット列が記録されている。そのように位相変調して記録されたビット列は再生時にジッタの大きい部分として検出される。識別領域13では、このようなジッタの大きい部分と通常ジッタの部分とを組み合わせることにより生じる大小のジ

ッタの時間的な並びに、ディスクの識別情報を重畳させている。

【0026】なお、クロックの位相変調の有無に関わらず、ビット列のパターンが有する通常の情報を「主デジタル情報」と、位相変調されたビットと位相変調されていないビットとの再生性能の差を利用して得られる情報を「副デジタル情報」という。本実施の形態では副デジタル情報はディスクの識別情報であるが、その他の情報であっても良い。

【0027】図2は識別領域13の拡大図である。図2に示すように、トラックTr上に、基準クロックタイミングで記録された領域R2、R4、位相変調されたクロックタイミングで記録された領域R1、R3、R5が存在する。再生時には領域R1、R3、R5において大きなジッタが検出される。

【0028】なお、各領域R1～R5の長さは、セクタを単位とし、1つ以上のセクタの長さと同しくなるようにしても良い。また、誤り訂正ブロックまたはトラックを単位とし、1つ以上の誤り訂正ブロックまたはトラックの長さと同しくなるようにしても良い。または、これらに限らず再生装置がジッタの大小を検出するのに必要な所定の長さ以上であれば任意の長さを単位としても良い。

【0029】位相変調されたクロックタイミングで記録された一つの領域を長くすることにより、領域中に傷等があっても識別情報を正しく再生することができる。同様に基準クロックタイミングで記録された一つの領域を長くすることにより、領域中に傷等があっても、識別情報が記録された領域との誤検出の危険を低減することができる。

【0030】なお、領域R1、R3、R5において、全てのビットが位相変調したクロックのタイミングで記録されていても良いし、一部のビットだけが位相変調したクロックのタイミングで記録されていても良い。位相変調したクロックのタイミングで記録されたビットの一例として、3T信号を記録した場合を図3に示す。

【0031】図3において、ビット31～35は3T信号を表すビットであり、縦線はクロックタイミングを表す。クロックの周期はTである。ビット31は基準クロックタイミングで記録された場合のビットである。ビット32は、ビットの両エッジともに、時間軸に対して前方に位相変調されたクロックタイミングで記録された場合のビットである。ビット33は、ビットの両エッジともに、時間軸に対して後方に位相変調されたクロックタイミングで記録された場合のビットである。ビット34は、ビットの始端エッジが、時間軸に対して前方に位相変調されたクロックタイミングで記録され、ビットの終端エッジが、時間軸に対して後方に位相変調されたクロックタイミングで記録された場合のビットである。ビット35は、ビットの始端エッジが、時間軸に対して後方



に位相変調されたクロックタイミングで記録され、ビットの終端エッジが、時間軸に対して前方に位相変調されたクロックタイミングで記録された場合のビットである。

【0032】上記以外にも、片方のエッジのみが位相変調されたクロックタイミングで記録されても良い。このように部分的に位相変調されたクロックで記録することにより、領域R1、R3、R5ではジッタが増大し、領域毎のジッタ値の大小に対応させてディスクの識別情報を付加することができる。実際に加えられる位相誤差は、再生信号のエラーを増加させることなく、しかも十分な検出感度を得られるように設定されることが望ましい。これら2つの条件を満たす量としては1クロック周期の1/8から1/4程度が適当であると考えられる。

【0033】このように識別領域13では局所的にジッタの大きい領域が存在し、他の領域に比べて、記録されている情報を正しく再生できなくなる危険性が高い。そこで本実施の形態のように識別領域13を、ディスクが正規ディスクかどうかを判定するための専用領域とする。すなわち、識別領域13をコントロール領域12及びデータ領域14と別に設けることにより、コントロール領域12に記録されているディスクの再生のために必要な情報や、データ領域14に記録されているコンテンツを正しく再生することができる。

【0034】また、識別領域13を専用領域とすることにより、専用領域13の主デジタル情報をディスク製造者が任意に設計することができ、例えば主デジタル情報にもディスクの識別情報を入れることができる。主デジタル情報中の識別情報と副デジタル情報中の識別情報とを組み合わせることにより、不正コピーを行う際には両方の情報を正確にコピーする必要が生じ、不正ディスクの作成をより困難にすることができる。

【0035】識別領域13の主デジタル情報に特別な情報を持たせる必要がない場合には、例えば最短マーク等のジッタの大きいビット及びビット間隔を含まないパターンを記録するようにしても良い。これにより、クロックの位相変調を行わない領域でのジッタを低くすることができ、クロックの位相変調を行わない領域と、クロックの位相変調を行う領域との間のダイナミックレンジが拡大し、光ディスクや再生ヘッドの汚れ等により、ジッタが全体的に劣化したときでも、誤検出を低減することができる。なお前記効果は任意のパターンにおいて、最短マーク等のジッタの大きいビット形成の際にクロックの位相変調を行わないことによっても実現できる。

【0036】同様に識別領域13の主デジタル情報に特別な情報を持たせる必要がない場合には、例えば同期引き込みみに使用するパターンを多く含むパターンにしても良い。これによりPLLの同期引き込みが外れるまでのマージンが拡大し、クロックの位相変調を行う領域が増えて、正確に副情報を検出することができる。

【0037】なお本実施の形態では識別領域13はディスク識別を行うための専用領域であるが、コントロール領域12やデータ領域14に同一の主デジタル情報が繰り返し記録されている場合や、誤り訂正等によりジッタが増加しても主デジタル情報を正しく再生できる場合には、識別領域13を、コントロール領域12やデータ領域14に重ねて設けても良いし、識別領域13の一部分がコントロール領域12やデータ領域14に重なっていても良い。これにより、データ領域14の容量を増加させることができる。

【0038】識別領域13が、専用領域にあるのか、もしくはコントロール領域12内にあるのか、もしくはデータ領域14内にあるのか、もしくは一部分がコントロール領域12やデータ領域14と重なっているのか等の、識別領域13の存在する場所の情報により、光ディスク10が正規のディスクかどうかを判定しても良い。例えば、正規ディスクでは識別領域13の一部分がコントロール領域12に重なっている場合に、あるディスクを再生したときにコントロール領域12から副情報が検出されなければ、正規ディスクではないと判断することができる。

【0039】なお正規ディスクにおける識別領域の場所情報は、光ディスク10の所定の場所に記録されていても良いし、再生装置に記憶されていても良いし、課金システム等によってネットワーク等の外部から入手しても良いし、情報の記録されたICカードを再生装置に装着することにより入手しても良い。

【0040】課金システムにより入手する場合には再生装置固有情報と組み合わせて入手する方法にしても良い。再生装置固有情報と組み合わせることにより、一つの光ディスクが異なる再生装置で再生される際に、それぞれの再生装置から課金することができる。

【0041】場所情報がディスクの所定の場所にある場合、場所情報は複数の場所にあっても良い。複数の場所にあることにより、より確実に場所情報を入手することができる。さらに場所情報自身も副デジタル情報として記録されていてもよい。

【0042】図4は、識別領域13に副情報として記録されている識別情報を検出し、正規のディスクであるかどうかを判定する再生装置のブロック図である。図4に示すように、再生装置は、再生ヘッド401、再生アンプ402、2値化回路403、PLL回路404、位相比較器406、振幅検出器408、ローパスフィルタ(LPF)409、電圧制御型発振回路(VCO)410、フリップフロップ411、パターン比較器418及びデジタル信号処理部420を有する。以下、その判定手順を説明する。

【0043】まず再生ヘッド401が、前述したような場所情報に従って光ディスク10の識別領域13を再生する。再生信号は再生アンプ402で増幅され、2値化



回路403で2値化されて、信号405がPLL回路404に入力される。PLL回路404では信号405を基にクロック信号414を生成する。このクロック信号414のタイミングにより、フリップフロップ411において信号405を同期化し、得られた再生信号412がデジタル信号処理部420に入力される。

【0044】またPLL回路404において、位相比較器406は、VCO410より出力される再生クロック信号414と信号405とを位相比較し、信号407を出力する。LPF409は信号407を帯域制限して信号416を生成する。VCO410は、信号416に応じて再生クロック信号414を生成する。

【0045】ここで信号405の変動がPLL回路404の追従動作帯域を越えていれば、クロック信号414は変動に追従せず、PLL回路404は本来のクロックからずれようとしないうえ、部分的に位相変調をかけた領域R1、R3、R5において、信号407に、クロックと信号エッジとの間の位相誤差であるジッタが発生する。

【0046】振幅検出器408は、例えば信号407を整流し、平滑化し、2値化することにより信号413を出力し、信号413のパターンにより、識別情報を認識することができる。

【0047】図5は、図2に示す各領域R1～R5の再生時の各信号のタイミングチャートである。図5(a)は図2に示す各領域R1～R5を示し、図5(b)はそれらの領域の再生時における信号407を、図5(c)は信号416を、図5(d)は信号413をそれぞれ示す。

【0048】続いてパターン比較器418において、信号413のパターンと鍵情報417のパターンとが比較され、比較判定結果である信号419がデジタル信号処理部420に入力される。なお鍵情報417については後述する。デジタル信号処理部420では信号412のエラー訂正や復調等が行われ、ここで信号413と鍵情報417のパターンが一致していればデジタル信号処理部420から通常の再生信号421が出力されるが、パターンが一致していなければ、信号419により再生の制限がかけられる。なお再生の制限については、全く再生できなくしても良いし、転送レートを落として画質を劣化させても良いし、断続的な再生にしても良い。

【0049】また図3におけるビット32のような時間軸に対する前方への位相変調と、ビット33のような時間軸に対する後方への位相変調を均等に発生させることにより、位相誤差の平均値が0となり、PLLの位相変調記録によるエッジに対してより追従しにくくすることができる。

【0050】一方、通常の情報の再生については、上述したように再生クロックが、位相変調による再生信号の変動に追従しないため、2値化回路403から出力され

る信号405をフリップフロップ411でラッチすればジッタが除去された再生信号を出力することができる。同様に図13に示された装置を用いてディスクを違法コピーする場合も、フリップフロップ2007で同期化した際に、識別情報のもとになるジッタが除去され、識別情報が欠落してしまうため、不正ディスクかどうかを判断することができる。

【0051】次に鍵情報417について説明する。ディスクが不正コピーされているかどうかを判断する方法としては、例えば光ディスク媒体作成時において、識別領域13に、上述したクロックの位相変調によって記録された識別情報と一義的な関係にある鍵情報を通常の2値情報としてディスクに記録しておき、再生時にジッタ値の変動により検出した識別情報と鍵情報とを比較し、相関がある場合のみ正規のディスクであると判定する。

【0052】具体的には、鍵情報417が“10101”というパターンの場合、光ディスク10の識別領域13を再生して、振幅検出器408から出力される信号413において、Hレベルを1、Lレベルを0とし、1から始まるパターンが“10101”となれば、鍵情報と識別情報が一致するので、光ディスク10は正規ディスクであると判定できる。

【0053】なお正規ディスクにおける鍵情報は、光ディスク10の所定の場所に記録されていても良いし、再生装置に記憶されていても良いし、課金システム等によってネットワーク等の外部から入手しても良いし、情報の記録されたICカードを再生装置に装着することにより入手しても良い。

【0054】なお課金システムにより入手する場合には再生装置固有情報と組み合わせた入手方法にしても良い。再生装置固有情報と組み合わせることにより、一つの光ディスクが異なる再生装置で再生される際に、それぞれの再生装置から課金することができる。

【0055】なお鍵情報がディスクの所定の場所にある場合に、前記鍵情報は複数の場所にあっても良い。複数の場所にあることにより、より確実に鍵情報を入手することができる。さらに鍵情報自身も副デジタル情報として記録されていてもよい。

【0056】本実施の形態では特定領域に位相変調されたクロックタイミングで記録することによって、基準クロックタイミングで記録したその他の領域との間にジッタ差が発生するようにし、各領域毎のジッタの大小の時間的な並びに情報を持たせることにより識別情報となるパターンを構成しているが、位相変調されたクロックタイミングでの記録を利用して識別情報を構成するのであれば、パターンの長さや構成の仕方はこれに限らなくとも良い。例えば識別情報はジッタの大きい部分が1箇所あるだけの簡単なパターンでも良いし、逆にパターンの先頭に識別情報であることを示す特定のパターンを有し、残りはダミーパターンとしても良い。

【0057】なお本実施の形態では図4に示すような再生装置を用いて、再生ディスクが正規ディスクであるかどうかを判定しているが、位相変調されたクロックタイミングで記録された領域と、基準クロックタイミングで記録したその他の領域との間のジッタ差を検出してパターンを抽出し、前記パターンを鍵情報と比較し、比較結果を基に正規ディスクかどうかを判定するのであれば再生装置は異なる構成であっても良い。

【0058】例えば、個々のマークについて位相変調されたクロックタイミングで記録されていることを認識できるのであれば、ある領域中にそのようなマークが出現する個数をカウントし、カウント数がある閾値を越えていれば“1”と判断し、越えていなければ“0”と判断しても良い。またこのときに特定のゲートを設け、前記ゲートがHレベルにあるときに、位相変調されたクロックタイミングで記録されたマークが出現する個数をカウントしても良い。

【0059】また個々のマークの前後エッジについて位相変調されたクロックタイミングで記録されていることを認識できるのであれば、ある領域中にそのようなエッジが出現する個数をカウントし、カウント数がある閾値を越えていれば“1”と判断し、越えていなければ

10

20

\* 【表1】

	3Tマーク	4Tマーク	5Tマーク	6Tマーク
直前3Tスペース	3S3M	3S4M	3S5M	3S6M
直前4Tスペース	4S3M	4S4M	4S5M	4S6M
直前5Tスペース	5S3M	5S4M	5S5M	5S6M
直前6Tスペース	6S3M	6S4M	6S5M	6S6M
直後3Tスペース	3M3S	4M3S	5M3S	6M3S
直後4Tスペース	3M4S	4M4S	5M4S	6M4S
直後5Tスペース	3M5S	4M5S	5M5S	6M5S
直後6Tスペース	3M6S	4M6S	5M6S	6M6S

【0062】表2は表1のテーブルに閾値を入れた鍵情報を示すテーブルである。ディスクの所定の領域中において、位相変調されたクロックタイミングで記録された各エッジの出現回数をカウントし、例えば3Tスペースの後に3Tマークが続く信号における3Tマークの前端エッジへの位相変調(3S3M)が10カウント以上あり、かつ5Tスペースの後に6T以上のマークが続く信号における6T以上のマークの前端エッジへの位相変調※

\* “0”と判断しても良い。またこのときに特定のゲートを設け、前記ゲートがHレベルにあるときに、位相変調されたクロックタイミングで記録されたエッジが出現する個数をカウントしても良い。

【0060】上記判断について表を用いてさらに詳細に説明する。例えばRun Length Limited(2, 10)変調方式のデータがマークエッジ記録方式で記録されている場合、最短の3Tから最長の11Tまでのマークおよびスペースが存在する。ここで、「T」は基準周期を表わす。

【0061】表1は位相変調されたエッジのテーブルを示している。例えば「3S3M」は、3Tスペースの後に3Tマークが続く信号における3Tマークの前端部への位相変調を表している。同様に「4M5S」は、4Tマーク部の後に5Tスペース部が続く信号における4Tマークの後端部への位相変調を表している。なお6Tより長いマークおよびスペースは6Tと同じテーブルとして、マーク、スペース共に4種類に分類しているが、分類方法はこれに限定されない。またマークとスペースの組み合わせでなく、前述のように単にマークもしくはスペースだけのテーブルを作成しても良い。

※(5S6M)が20カウント以上あり、かつ4Tマーク部の後に5Tスペースが続く信号における4Tマークの後端エッジへの位相変調(4M5S)が30カウント以上あり、かつそれ以外のエッジにおけるカウント数が10カウント未満のときに、そのディスクが正規ディスクであると判定する。

【表2】

	3Tマーク	4Tマーク	5Tマーク	6Tマーク
直前3Tスペース	10	0	0	0
直前4Tスペース	0	0	0	0
直前5Tスペース	0	0	0	20
直前6Tスペース	0	0	0	0
直後3Tスペース	0	0	0	0
直後4Tスペース	0	0	0	0
直後5Tスペース	0	30	0	0
直後6Tスペース	0	0	0	0

【0063】なお以上の説明はテーブルを判定のための鍵情報として使用した場合であるが、テーブルを特定のゲートとして使用しても良い。この場合について表3を用いて説明する。ディスクの所定の領域中において、例

50

例えば3Tスペースの後に3Tマークが続く信号における3Tマークの前端エッジにおける位相変調エッジの出現回数と、5Tスペースの後に6T以上のマークが続く信号における6T以上のマークの前端エッジにおける位相

変調エッジの出現回数と、4Tマーク部の後に5Tスペースが続く信号における4Tマークの後端エッジにおける位相変調エッジの出現回数をカウントし、所定の範囲\*

\*に入っているときにそのディスクが正規ディスクであると判定する。

【表3】

	3Tマーク	4Tマーク	5Tマーク	6Tマーク
直前3Tスペース	1	0	0	0
直前4Tスペース	0	0	0	0
直前5Tスペース	0	0	0	1
直前6Tスペース	0	0	0	0
直後3Tスペース	0	0	0	0
直後4Tスペース	0	0	0	0
直後5Tスペース	0	1	0	0
直後6Tスペース	0	0	0	0

【0064】さらに所定の領域中において、位相変調されたクロックタイミングで記録された各エッジの出現回数をカウントし、10カウント以上あったエッジを“1”と判断し、10カウント未満のエッジを“0”と判断し、得られたテーブル（例えば表3）を用いてスクランブルされたデータをデスクランブルしても良い。

【0065】なお正規ディスクの判定やデスクランブルのためテーブルの使用法や決定方法は本実施の形態の方法に限定されない。

【0066】また位相変調されたクロックタイミングで記録された各エッジごとに位相の進みと遅れが認識できるのであれば、例えば進相エッジが出現する個数をカウントし、カウント数がある閾値を越えていれば“1”と判断し、越えていなければ“0”と判断しても良い。またこのときに特定のゲートを設け、前記ゲートがHレベルにあるときに、進相エッジが出現する個数をカウントし、前記ゲートがLレベルにあるときに、遅相エッジが出現する個数をカウントし、両者の和がある閾値を越えていれば“1”と判断し、越えていなければ“0”と判断しても良い。

【0067】なお図2に示す本実施の形態ではR1～R5のような連続領域は識別領域13に1箇所しかないが、連続領域は複数箇所あっても良い。複数箇所設けることにより、一つの連続領域が傷等で識別情報が正しく検出できない場合でも、別の連続領域で識別情報を検出することにより正規ディスクであると判断することができる。

【0068】なお本実施の形態では識別領域13は内周に1箇所であるが、識別領域は複数箇所にあっても良い。識別領域を複数設けることにより、一方の識別領域が傷等で識別情報が正しく検出できない場合でも、他方を検出することにより正規ディスクであると判断することができる。

【0069】例えば図6に示すように、識別領域13a、13bを内外周に設けることにより、一方の識別領域が傷やディスクの反り等で識別情報が正しく検出できない場合でも、他方を検出することにより正規ディスクであると判断することができる。

【0070】また複数の識別領域で識別情報を変え、全

ての識別情報、もしくは一定基準以上の識別情報を検出できない場合は再生を制限しても良い。複数の識別情報を設けることにより、不正ディスクを製造する際の製造装置の構成をより難しくし、著作権保護を強化することができる。

【0071】また一つの識別領域に複数の異なる識別情報を記録し、全ての識別情報、もしくは一定基準以上の識別情報を検出できない場合は再生を制限しても良い。

20 複数の識別情報を設けることにより、不正ディスクを製造する際の製造装置の構成をより難しくし、著作権保護を強化することができる。

【0072】なお本実施の形態では、識別領域の識別情報と鍵情報との相関性を調べて再生しているディスクが正規ディスクであるかどうかを判断し、正規ディスクでなければ再生を制限するとしているが、例えば一定時間ごとに識別領域の識別情報と鍵情報の相関性を調べ、相関性が認められなくなった時点で再生を不許可にしても良い。一定時間ごとに識別領域の識別情報と鍵情報の相関性を調べる際には、例えば複数の識別領域の内、再生箇所

30 所に最も近い識別領域を再生すれば良い。このときに前に再生したことのある識別領域は再生しなくとも良い。

【0073】また必ずしも再生前もしくは再生直後に識別領域の識別情報と鍵情報の相関性を調べる必要はなく、コンテンツが始まって一定時間後に初めて識別領域の識別情報と鍵情報の相関性を調べるようにしても良い。

【0074】このようにすれば違法コピーされたディスクであってもコンテンツの一部を再生できることになるが、そのような場合でも、ある時点以降は再生が制限されるので正規ディスクの著作権を保護することができる。また鍵情報を課金システムにより入手する場合には、正規ディスクであっても、コンテンツの一部を視聴してから残りの部分を視聴するかどうかを決定することができる。

【0075】なおディスクに複数のコンテンツが記録されている場合には、コンテンツ毎の識別領域がディスクに記録されても良い。また、この場合、識別領域の識別

情報と鍵情報の相関性を調べないコンテンツが存在しても良い。

【0076】図7及び図8にディスクにおける識別領域の配置例を示す。図7において、データ領域14aには第1のコンテンツが入っており、その識別情報は識別領域13aに入っている。またデータ領域14bには第2のコンテンツが入っており、その識別情報は識別領域13bに入っている。識別領域13a、13bは専用領域であっても良いし、コントロール領域12やデータ領域14a、14bとの間で一部もしくは全部を共有していても良い。図7のように識別領域13a、13bを内周側にまとめて配置することにより、起動時のコントロール領域の再生に続けて識別領域を再生することができ、全コンテンツに対する再生制限のための情報を速やかに入手することができる。

【0077】図8において、データ領域14aには第1のコンテンツが入っており、その識別情報は識別領域13aに入っている。またデータ領域14bには第2のコンテンツが入っており、その識別情報は識別領域13bに入っている。識別領域13a、13bは専用領域であっても良いし、コントロール領域12やデータ領域14a、14bと一部もしくは全部を共有していても良い。図8のように識別領域13a、13bを対応するコンテンツに近接もしくは包含させることにより、所望のコンテンツを再生する直前に対応する識別情報を検出することができるため、不要なコンテンツの識別情報の検出や記憶をする必要がなくなり、起動時の時間短縮やメモリの節約という点で効果を有する。

【0078】このようにすれば、違法コピーされたディスクにおいて、一部のコンテンツは再生できることになるが、特定のコンテンツについては著作権を保護することができる。

【0079】また識別情報に対応する鍵情報を課金システムにより入手する場合には、オリジナルディスクであっても、課金の伴わないコンテンツを視聴してから、残りのコンテンツについては個々に視聴するかどうかを決定することができる。なおこの場合に複数のコンテンツをまとめて入手する場合と、個々のコンテンツ毎に入手する場合とで、前者に対する課金を後者よりも低く設定しても良い。

【0080】なお一定時間以外にも、例えば所定半径位置、もしくは所定アドレス単位に識別領域が設けられており、例えばそれらを通過すごに識別領域の識別情報と鍵情報の相関性を調べ、相関性が認められなくなった時点で再生を制限しても良い。これにより短い時間の複数のコンテンツが存在する場合や、ゲーム等のランダムアクセスを考慮して作られている光ディスクの場合にも著作権保護を強化することができる。

【0081】なおこのような識別領域による著作権の保護は、単層ディスクに限らない。再生層が2層以上ある

ディスクにおいても、層ごとに識別領域を設けることにより著作権を保護することができる。多層ディスクにおいては容量が大きく多くのコンテンツを入れることができるので、前述したようなコンテンツ毎に識別情報を設けることはより効果的である。同様にこのような識別領域による著作権の保護は、再生専用ディスクに限らない。記録可能なディスクにおいても、ディスクやコンテンツの識別領域を設けることにより著作権を保護することができる。

【0082】図9は、コンテンツに対する識別情報と、それが記録される識別領域との関係の例を説明した図である。図9(a)に示すように、ディスク上に一の識別領域Aと他の識別領域Bの2つの識別領域が設けられている場合に、コンテンツAに対する識別情報は例えば図9(b)に示すように識別領域に記録される。例えば、コンテンツAに対して一つの識別情報A1が設けられているとき、その識別情報A1は、図9(b)に示すように、識別領域Aまたは識別領域Bのいずれか一方に記録されてもよいし、また、識別領域Aと識別領域Bの双方に記録されてもよい。また、識別情報A1は、識別領域A内の複数の領域(図9(b)では2つの領域)に記録されてもよい。

【0083】また、コンテンツAに対して複数の識別情報A1、A2が設けられているときは、それらがともに一つの識別領域(AまたはB)にだけ記録されてもよいし、また、それぞれが別の領域(一方が領域Aに、他方が領域Bに)に記録されてもよい。また、識別領域Aと識別領域Bには、同じ識別情報が記録されてもよい。以上のように、識別情報の識別領域への記録の方法は種々の組み合わせが考えられる。

【0084】また本実施の形態では、対象とする記録媒体は光ディスクであったが、本発明は、このような種類の記録媒体に限らず、一般に呼ばれているCD-ROM、DVD-ROM、CD-R、CD-RW、DVD-RAM、DVD-RW、MO等にも適用し得る。すなわち凹凸のビットに限らず、相変化膜や磁気膜等への記録にも適用することができる。ビット(記録マーク)の位置をジッタ変調によって書き込み可能であるとするならば、穴あけ方式だけでなく、相転移(相変化)や磁化などの記録方式を採用する他の種類の記録媒体にも適用することができるからである。なお記録装置については図15に示す構成、動作を適用することができる。

【0085】なお本実施の形態では識別領域の識別情報として、位相変調したクロックタイミングで記録されたビットを用いているが、識別情報の作成手法はこれに限らず、他の手法を用いても良い。例えば、図10に示すように、半径方向へビットを微少シフトするような変調により識別情報を作成してもよい。また識別情報を記録する際に、複数の重畳方法を併用すれば、より効果的に不正ディスクを防止することができる。

【0086】なお本実施の形態ではディスクを異なる線速度で回転させることを考慮していない。しかし、例えば線速度を上げることにより、S/N比が劣化する場合には、副デジタル情報を重畳した領域において主情報を正しく再生できなくなったり、PLLの同期が外れることにより副デジタル情報までもが検出できない場合が考えられる。従って、再生する線速度に応じて識別領域が準備されていることが望ましい。その一例を図11に示す。

【0087】図11において、識別領域13aはデータ領域14を第1の線速度で再生する場合の識別領域である。識別領域13bはデータ領域14を第2の線速度で再生する場合の識別領域である。ここで第2の線速度の方が第1の線速度よりも速いときに、識別領域13aの位相誤差量よりも識別領域13bの位相誤差量を小さくすることにより、どちらの線速度においても識別情報を正しく検出することができる。

【0088】このように線速度に応じて複数の識別領域を設けることにより、異なる線速度でコンテンツを再生する際も、特定の線速度に戻すことなく識別領域を検出することができ、検出に要する時間を短縮することができる。なお線速度が速い方の識別領域を外周側に配置することにより、モータ回転数の変動を小さくすることができる。

【0089】さらに識別領域に記録されている識別情報については、異なる線速度に対して1つの識別情報しかなくても良いし、異なる線速度毎に識別情報を変更しても良い。識別情報を再生する線速度に対応させて変更することで、不正な高速再生を防止することができる。また各識別情報に対応する鍵情報を課金システムにより入手する場合には、線速度が速い方に対する課金を線速度が遅い方に対する課金よりも高く設定する等、線速度に応じて課金体系を変えても良い。

【0090】同様に再生ヘッドの性能の違いを考慮すると、複数の識別領域が準備されていることが望ましい。その一例を図12に示す。図12において、識別領域13a、13bは共に同じ識別情報を有し、クロックタイミングを位相変調する際の位相誤差量が異なる。このように位相誤差量の異なる複数の識別領域を設けることにより、再生ヘッドの性能が異なっても、何れかの識別領域で識別情報を正しく検出することができる。

【0091】なお本実施の形態では、位相変調したクロックタイミングで記録されたビットを用いて作成する情報を、ディスクやコンテンツの識別情報としているが、情報はこれに限らずディスクもしくはコンテンツに関する任意の情報としても効果は同様である。

【0092】本実施形態によれば、識別領域をコンテンツが記録された領域とは異なる領域に形成することにより、コンテンツの再生時のジッタを増加させることなく、コンテンツを正しく再生することができる。さらに

識別領域の主デジタル情報をディスク製造者が任意に設計することができ、例えば主デジタル情報にもディスクの識別情報を入れることにより、著作権の保護をより強化することができる。

【0093】また、一つのコンテンツに対して、同一の識別情報を有する複数の識別領域を設けることにより、一つの識別領域が傷等で識別情報が正しく検出できない場合でも、他の識別領域を検出することにより、より確実に識別情報を検出することができる。

【0094】また、一つのコンテンツに対して、異なる識別情報を有する複数の識別領域を設けることにより、不正ディスクの製造をより難しくすることができる。

【0095】また、異なるコンテンツに対して、異なる識別領域を設けることにより、個別に著作権の保護を行うことができる。

【0096】（実施の形態2）

<光ディスク記録装置>図14に本発明の実施形態2における光ディスク（光記録媒体）の構成を示す。図14（a）に示すように、光ディスク10は、ユーザデータ領域10a及びリードイン領域10bを有する。図14（b）はデータ領域内に配置された副デジタル情報の変調方法を示した図である。図14（c）はリードイン情報の管理情報の内容を示した図である。管理情報207は、ディスク管理情報208、副デジタル情報管理情報209を含む。副デジタル管理情報209は、閾値情報210、副デジタル情報配置位置情報212及び副デジタル情報変位パターン情報213を含む。

【0097】図14を用いて動作を説明する。トラック32はディスク製造用のマスタースタンバ製造工程においてレーザーを用いたカッティング（露光）によって所定の変調則による一連のビット（31）列として形成される。このビット31のカッティング中に、所定の位置でのビットあるいは所定の長さのビットのカッティング中のレーザー光を光スポットの走査方向に一定の長さ変位させた状態でカッティングすることでビット31のエッジの位置が進んだり、遅れたりする。

【0098】このエッジの変位量は、ビットによって表された情報の再生信号に大きな影響を与えない範囲で、かつ、ビットの変位を積算することで検出することが可能な程度で変調されている。このようにビットのエッジ位置を微小量変位させてジッタとしてディスク上に埋め込まれている信号が、識別情報（副デジタル情報）である。これに対して通常の記録データ（主デジタル情報）は、記録マークのエッジ位置情報が一定の間隔において記録されている。本発明の不正防止機能付き光ディスクは、副デジタル情報を読み取るために必要な副デジタル情報管理情報が、光ディスク上に予め記録されており、前記副デジタル情報（秘密鍵）を検出し、その結果に基づいて著作権を保護するための動作を行う機能を有する。

【0099】光ディスクの製作方法について述べる。図15に本発明にかかる光ディスクの記録装置100aの主要部分についての構成を示すブロック図である。

【0100】本記録装置100aは光学的に読み取り可能な記録マークの形状によって主にデジタル情報を記録するだけでなく、そのときの記録マークのエッジを位相変調することによってウォーターマーク等の隠し情報

(ここでは、秘密鍵)を副デジタル情報として主デジタル情報に埋め込みながら同時に記録していく機能を有するDVD-ROM等の光ディスク用の記録装置である。装置100aはフォーマッタ102、副デジタル情報発生器121、位相変調器107、記録チャンネル108、記録ヘッド109、光ディスク10、スピンドルサーボ123、スピンドル125を備える。

【0101】フォーマッタ102は、主デジタル情報(記録データ)を変調したり、副デジタル情報を指定したり、副デジタル情報を記録するための制御を行ったりする回路である。

【0102】図16はフォーマッタ102の詳細な構成を示すブロック図である。フォーマッタ102は、記録装置100aに入力された記録データを光ディスク10に適した信号(チャンネル信号B)に変調する変調部102aと、副デジタル情報発生器121により生成される副デジタル情報の発生に必要な擬似乱数系列の初期値を予め秘密に記憶する初期値記憶部102eと、秘密鍵を予め記憶する秘密鍵記憶部102f、また副デジタル情報のディスク上の記録位置情報などの管理情報(例えば副デジタル情報配置位置情報、閾値情報、積算値情報、副デジタル情報変位パターン情報等)をあらかじめ記憶しておく副デジタル情報管理情報記憶部102dとから構成される。

【0103】変調部102aは図20のタイミングチャートに示されるように、入力された記録データを8ビット長の符号(バイト)ごとに、対応する16ビット長のチャンネルコードAに変換(8→16変換)した後に、NRZ1変換することによりチャンネル信号Bを生成し、位相変調器107に出力する。

【0104】また変調部102aの入力には記録データとは別に前記副デジタル情報管理情報も入力されチャンネル信号Bを生成し、位相変調器107に出力する。

【0105】図18は、副デジタル情報発生器の詳細を示すブロック図である。変調部102aは、秘密鍵の記録(以下、このような動作を「秘密鍵記録モードという。)を開始する旨の通知を図示されていないコントローラ等から受けた場合には、1バイトの記録データが入力されてくる度に、そのバイトの先頭を示すタイミング信号をタイミング生成器121aに出力する。

【0106】初期値記憶部102eは、秘密鍵記録モードが開始されたときに、予め秘密に保持していた15ビット長のデータ(初期値)を擬似乱数発生器121bに

出力する。

【0107】秘密鍵記憶部102fは、秘密鍵記録モードが開始されると、予め秘密に保持していた56ビット長の秘密鍵をLSBから1ビットずつ順にNRZフォーマットでXOR(排他的論理和ゲート)121cに出力していく。このとき、秘密鍵記憶部102fは、変調部102aが256バイト分の記録データを変調する毎に次の上位ビットを出力する。つまり、秘密鍵記憶部102fは、合計256×56バイト分の記録データに対応させて、56ビットの1個の秘密鍵をビットシリアルに秘密鍵ビット系列として、XOR121cに出力していく。

【0108】図21は、秘密鍵、擬似乱数系列及び記録データの対応関係を示す図である。56ビットの秘密鍵を隠し情報として光ディスクに記録するために、秘密鍵の各ビットにつき256ビットの擬似乱数系列が用いられ、その擬似乱数系列における各ビットが1バイトの記録データ(16チャンネルコード)に埋め込まれることが示されている。尚、56ビットの秘密鍵の各ビットは、後述するように、対応する256ビットの擬似乱数系列を論理反転するか否かのフラグとして用いられる。

【0109】タイミング生成器121aは、(i)変調部からのタイミング信号に基づいて、記録データの各バイトに同期したクロック信号(バイトクロック)を擬似乱数発生器121bに出力すると共に、(ii)そのタイミング信号と図示されていないクロック発振器からのクロック信号とに基づいて、フォーマッタ102から出力されるチャンネル信号Bの中央(位相が180度となる時点)を示すタイミング信号を擬似乱数発生器121bに出力する。

【0110】擬似乱数発生器121dは、初期値記憶部102eからの初期値をプリセット値とし、タイミング生成器121aから入力されるバイトクロックをシフトクロックとして、2の15乗個のビット系列を1サイクルとする擬似乱数系列(M系列)を生成する。

【0111】尚、本実施の形態では、この擬似乱数発生器121bは、秘密鍵記録モードにおいて、合計256×56バイトの記録データに埋める擬似乱数系列、即ち、256×56ビットの擬似乱数系列を生成するために用いられている。

【0112】排他的論理和ゲート121cは、擬似乱数発生器121bからの擬似乱数系列と秘密鍵記憶部102fからのビット系列との排他的論理和を算出し、その結果得られる擬似乱数系列DをPE変調器121dに出力する。つまり、この排他的論理和ゲート121cは56ビットの秘密鍵の各ビット分の擬似乱数系列をそのままPE変調器121dに入力させるか、又は、論理反転した後にPE変調器121dに入力させるかを選択的にやっている。

【0113】PE変調器121dは、タイミング生成器



121aからのタイミング信号に基づいて、排他的論理和ゲート121cから送られてくる擬似乱数系列DをPE変換し、得られたPE変調信号Eを位相変調器107に出力する。その結果、PE変調信号Eは、図20のタイミングチャートに示されるように、排他的論理和ゲート121cから出力された擬似乱数系列Dが0の場合にはチャンネル信号Bの中央において立ち下がり、擬似乱数系列Dが1の場合には立ち上がり、同じ乱数値が続く場合にはチャンネル信号の境目でもう一度反転するような波形となる。

【0114】位相変調器107は、PE変調器121dからのPE変調信号Eに基づいて、フォーマッタからのチャンネル信号Bのエッジを一定の微少時間だけ遅らせるか進ませるか位相変調を行い、得られた被変調チャンネル信号Fを記録チャンネル108に出力する。尚、上記微少時間は、この位相変調器をバイパスして（副デジタル情報を記録しないで）主デジタル情報だけを記録した通常の光ディスクが通常の再生装置で再生された場合に観測されるジッタの度数分布における標準偏差 $\sigma$ の半分（ $\sigma/2$ ）に予め設定されている。

【0115】図17は、位相変調器107の詳細な構成を示すブロック図である。位相変調器107は、前記微少時間だけ信号を遅延させる遅延器107aと、2入力1出力のセレクタ107bとから構成される。セレクタ107bは、制御信号として入力されるゲート信号が1のときは、フォーマッタ102から直接入力されるチャンネル信号Bを通過させ、ゲート信号が0の時には、遅延器107aを経て入力されるチャンネル信号を通過させる。

【0116】これによって、位相変調器107に入力されたチャンネル信号Bの立ち上がり及び立ち下がりエッジは、結果として（相対的な時間関係において）、ゲート信号が1を示しているとき（0～180度）には上記微少時間だけ位相が進められ、ゲート信号が0を示しているとき（180～360度）には上記微少時間だけ位相が遅らされる。つまり、位相変調器107に入力されたチャンネル信号Bは、副デジタル情報発生器の出力に基づいてジッタ変調を受け、被変調チャンネル信号Fに変換される。

【0117】記録チャンネルは、位相変調器107からの被変調チャンネル信号Fの1/0に同期して光ディスクに露光させるレーザービームをON/OFFさせる制御信号を生成し記録ヘッド109に送る。記録ヘッド109は、記録チャンネルからの制御信号に基づいて、レーザービームをON/OFFさせながら、回転する光ディスク10の表面に螺旋状に光ビームを照射することによりカッティングしていく。このようにして、光学的に読み取り可能な凹凸のビットからなる被変調記録マークが光ディスクに形成される。

【0118】図14（b）は、記録ヘッドによってピッ

トが形成された光ディスクの記録面の表面を示す図である。副デジタル情報を記録されたビットの光スポットの走査方向における2つのエッジそれぞれの位置は、副デジタル情報を記録していない場合に形成されるビットのエッジ位置に対して、前記一定の微少時間に相当する変位量だけ位相が進んだ（又は遅れた）位置にずれて形成されている。

【0119】図19は、このような副デジタル情報記録時において形成されたビット、すなわちジッタ変調を受けて記録された被変調記録マークについて観測されるジッタの頻度（度数）分布を示すグラフである。

【0120】曲線Aは、ゲート信号が0の時に生成された被変調記録マークのエッジだけについてのジッタ分布を示し、前記変位量だけ位相が遅れる方向にずれた位置X（L）を最大頻度とするガウス曲線に近い曲線となる。曲線Bは、ゲート信号が1のときに生成された被変調記録マークのエッジだけについてのジッタ分布を示し、前記変位量だけ位相が進んだ方向にずれた位置X（H）を最大頻度とするガウス曲線に近い曲線となる。

20 曲線Cは、それら両曲線A及びBを足し合わせた全体のジッタ分布を示す。

【0121】本発明は、秘密鍵の記録時に用いられた擬似乱数系列と同一の擬似乱数系列で同期検波するならば、曲線Cのジッタ分布を曲線Aと曲線Bそれぞれの分布に分離し得ることを利用している。

【0122】＜副デジタル情報管理情報＞次に前述の副デジタル情報を管理するための副デジタル情報管理情報について説明する。

【0123】副デジタル情報管理情報とは、副デジタル情報の読み出し（抽出）に必要な情報をいう。例えば、（1）副デジタル情報の埋め込まれているディスク上の位置情報（副デジタル情報配置位置情報）、（2）副デジタル情報の読み出しに必要な閾値情報、（3）擬似乱数発生器の初期値、（4）副デジタル情報の読み出しゲート情報（副デジタル情報変位パターン情報）などが副デジタル情報管理情報の内容である。また、前記副デジタル情報管理情報は、ディスク上の特定の位置に配置されている。副デジタル情報管理情報が配置されている場所として、（A）リードイン領域あるいはリードアウト領域、（B）BCA（Burst Cutting Area）、（C）ユーザーデータ領域などが考えられる。

【0124】図14を参照して、副デジタル情報管理情報がリードイン領域内に配置されている場合（上記（A）の場合）について説明する。光ディスク10上のデータ領域10aには、副デジタル情報がジッタ変調されて記録されている。光ディスクの内周部に設けられたリードイン領域10bには、光ディスクの物理フォーマット情報、論理フォーマット情報、スクランブル情報、地域コード情報など種々の情報があらかじめ記録されている。リードイン領域10bは、管理データ領域（例え

はCDのTOC領域)と併用し、ディスク立ち上げ時に必ずチェックできるようになっている。

【0125】前記リードイン領域10bの管理情報の中にディスク管理情報208とは別に副デジタル情報管理情報209を予め記録しておくことでディスク起動時に副デジタル情報の解読に必要な情報をすぐさま読み出すことが可能である。

【0126】副デジタル情報管理情報209は、閾値情報210、副デジタル情報配置位置情報212、副デジタル情報変位パターン情報213、擬似乱数発生器の初期値情報214などを含む。

【0127】このうち副デジタル情報配置位置情報212は、副デジタル情報が記録されているディスク上の半径位置情報あるいはセクタ情報あるいは、ゾーン情報などを記録している。閾値情報210及び擬似乱数発生器の初期値情報214は、副デジタル情報を光ディスク装置で再生(抽出)するときに必要な情報である。

【0128】副デジタル情報変位パターン情報213について図22を用いて詳しく説明する。チャネルコードAはPE変調信号Eにより変調され被変調記録マークGのように記録される。但し、副デジタル情報変位パターン情報により、ゲート信号Jが生成され、ゲート信号Jが「High」状態の時には被変調マークは変調され記録されるが、ゲート信号Jが「Low」状態の場合には被変調信号は変調されず記録される。即ち、ゲート信号によってジッタ変調のON/OFFを行う。

【0129】ジッタ変調のON/OFFを副デジタル情報変位パターン情報で決定する。例えば(8-16)変調で、3Tマークを記録する場合、ジッタ変調をOFFし、その他のランのマークを記録する場合にジッタ変調をONにする。

【0130】8-16変調において3Tマークは最短ランであり、記録再生信号のS/N比が最も悪い信号である。従って3Tマークを記録する際、ジッタ変調をOFFにすることで、主デジタルデータの3Tマークの信号品質を劣化させることがない。また副デジタル情報を埋め込まないため、副デジタル情報検出時の検出誤りを少なくすることが可能である。

【0131】このように、熱干渉や符号間干渉の影響を最も大きく受ける3T等の短いマークあるいはスペースについて予めジッタ変調を除外するように副デジタル情報変位パターン情報に登録しておけば、副デジタル情報を読み出す際に信頼性よく副デジタル情報を再生(抽出)することが可能になる。

【0132】また、副デジタル情報管理情報の内容は、光ディスクをコンテンツ毎に複数の領域に分けた場合、それぞれの領域に分割して副デジタル情報および副デジタル情報管理情報を保持していてもよい。また、本実施の形態では、副デジタル情報管理情報をリードイン領域に記録しておくとしたが、リードアウト領域に記録し

ておいても構わない。

【0133】また、本実施の形態では、副デジタル情報管理情報をリードイン領域に記録しておくとしたが、BCAとして記録しても構わない。

【0134】副デジタル情報管理情報をBCA(Burst Cutting Area)として記録した場合(上記(B)の場合)について図10を用いて説明する。

【0135】図23(a)は、BCA(Burst Cutting Area)に副デジタル情報管理情報を記録した光ディスクの概略図である。光ディスク10の内周部の一定の領域にBCAが存在する。

【0136】BCA10cはディスク作成プロセス終了後にYAGレーザー等の高パワーレーザーを用いてコードが追記される。図23(a)のようにディスクの内周から外周方向に沿って縞模様状に形成されており、形成された部位の反射率は低下する。

【0137】前記BCAに副デジタル情報管理情報を従来のディスク管理情報に追加する形で記録する。

【0138】BCAもリードイン領域同様、ディスク起動時に読み出すため、副デジタル情報の解読に必要な情報をすぐさま読み出すことが可能である。

【0139】また、本実施の形態では、副デジタル情報管理情報をリードイン領域あるいは、BCAに記録しておくとしたが、ユーザー領域に専用領域を設けて記録しても構わない。

【0140】次に、副デジタル情報管理情報を(C)のユーザーデータ領域に記録した場合について説明する。

【0141】図24は、ユーザーデータ領域に副デジタル情報管理情報を記録した光ディスクの概略図である。光ディスク10のユーザーデータ領域10aは、ユーザーデータと管理情報とが格納される。ユーザーデータとユーザーデータの間に挟まれた一定の領域に副デジタル情報管理情報を記録した管理情報247が存在する。管理情報247は、ディスク管理情報248と副デジタル情報管理情報249からなる(ディスク管理情報248を省いてもよい)。副デジタル情報管理情報249は閾値情報250、副デジタル情報配置位置情報252、副デジタル情報変位パターン情報253、擬似乱数発生器の初期値情報254などが含まれる。このうち副デジタル情報配置位置情報252は、副デジタル情報が記録されているディスク上の半径位置情報あるいはセクタ情報あるいは、ゾーン情報などを記録している。閾値情報250及び擬似乱数発生器の初期値情報254は前述あるいは後述する副デジタル情報を光ディスク装置で再生(抽出)するときに必要な情報である。

【0142】また、副デジタル情報管理情報249がユーザーデータ領域の特定の位置にあることを識別するために、リードインあるいはリードアウト領域あるいはBCAに予め副デジタル情報管理情報の記録半径位置、記録ゾーンなどの副デジタル情報管理情報のディスク上の

配置位置を示す情報が記されている。あるいは、副デジタル情報管理情報249を一定の半径位置あるいは一定のゾーンに決まって配置しておいてもよい。この場合光ディスク再生装置は、副デジタル管理情報のディスク上の配置位置を記した情報を不揮発性のメモリに保持している。

【0143】ユーザーデータ領域に、副デジタル情報管理情報249を配置することで、副デジタル情報の秘匿性を高めることが可能である。副デジタル情報管理情報249をユーザーデータ領域中の複数の領域に渡って配置することも可能である。

【0144】例えばゾーン毎あるいは、コンテンツ毎に副デジタル情報管理情報を別々におくことで、コンテンツ毎の著作権保護が容易に行える。また、ユーザーデータ領域は、リードイン、リードアウト領域あるいはBCA領域に比べ比較的大きな容量の情報を格納できるスペースを有しているため、多数の副デジタル情報管理情報を配置できるという効果がある。

【0145】＜光ディスク再生装置＞以上のようにして秘密鍵が記録された光ディスクを再生する再生装置について説明する。

【0146】図25は、本発明にかかる光ディスク再生装置1201の主要部分についての構成を示すブロック図である。尚、本図に示された主な信号H、Iの波形は図20のタイミングチャートに示されたものと同様である。

【0147】本再生装置1201は、前記の光ディスク記録装置100aに対応する光ディスク再生装置である。装置1201は、光ディスク上の記録マークの位置に基づいて主デジタル情報を再生するだけでなく、そのときに観測される記録マークのジッタに埋もれた副デジタル情報（秘密鍵）を検出し、その結果に基づいて著作権を保護するための動作を行う機能を有する。装置1201は、再生ヘッド1211、再生チャンネル1212、再生信号処理回路1213、クロック抽出機1214、同期検波器1215、検証部1216及び擬似乱数発生器1217を備える。

【0148】再生ヘッド1211は、光ピックアップであり、回転する光ディスク上の記録マークに光ビームを集光して照射し、その反射光から、被変調記録マークGのエッジ位置を示すアナログの読み出し信号を生成して再生チャンネル1212に出力する。再生チャンネル1212は、再生ヘッド1211からのアナログ読み出し信号に変換し、再生信号処理回路1213とクロック抽出器1214に出力する。

【0149】クロック抽出器1214は、再生チャンネル1212からの読み出し信号にもとづいて、4種類のクロック信号、即ち、(i)チャンネルコードを構成する各ビットに同期したチャンネルビットクロック、(ii)そのチャンネルビットクロックを基準とした場合の読み出し信号の

進み成分だけを示す進相誤差信号H、(iii)同様に、その遅れ成分だけを示す遅相誤差信号I、および、(iv)読み出し信号における各記録データ（バイト単位）に同期したバイトクロックを抽出して生成し、それぞれ、(i)再生信号処理回路1213、(ii)同期検波器1215、(iii)同期検波器1215、(iv)再生信号処理回路1213、同期検波器1215及び擬似乱数発生器1217に出力する。

【0150】図26は、クロック抽出器1214の詳細な構成を示すブロック図である。クロック抽出機1214は、PLL回路と、4ビットカウンタ1214dと、同期信号検出器1214eと、位相誤差信号分離器1214fとから構成される。PLL回路は、位相比較器1214aと、ループフィルタ1214bと、VCO(Voltage Controlled Oscillator)1214cとからなる。

【0151】位相比較器1214aは、カウンタ、排他的論理和ゲート及びフリップフロップ等からなる。位相比較器1214aは、VCO1214cからフィードバックされて入力されるチャンネルビットクロックと再生チャンネル1212からの読み出し信号とから、その読み出し信号の立ち上がり及び立ち下がりエッジと、そのエッジに最も近いチャンネルビットクロックの立ち上がりエッジとの位相差を算出し、位相誤差信号としてループフィルタ1214b及び位相誤差信号分離器1214fに出力する。

【0152】ループフィルタ1214bは、位相比較器1214aからの位相誤差信号を平滑化し、直流の電圧信号に変換するローパスフィルタである。VCO1214cは、ループフィルタ1214bからの電圧信号に対応する周波数のチャンネルビットクロックを生成する電圧制御発振器である。

【0153】同期信号検出器1214eは読み出し信号に含まれる同期パターンを検出し、リセット信号として4ビットカウンタ1214dに出力する。4ビットカウンタ1214dは、VCO1214cからのチャンネルビットクロックを1/16に分周するカウンタであり、同期信号検出器1214eからのリセット信号によってリセットされる。つまり、4ビットカウンタ1214dは、読み出し信号における各記録データ（バイト単位）に同期したバイトクロックを出力する。

【0154】位相誤差信号分離器1214fは、位相比較器1214aからの位相誤差信号を進相誤差信号Hと遅相誤差信号Iとに分離し、同期検波器1215に出力する回路である。

【0155】図27(a)は、位相誤差信号分離器1214fの詳細な構成を示す回路の概略図である。位相誤差信号分離器1214fは、2個のインバータ1330a、bと2個の論理積ゲート1330c、dとから構成される。図27(b)は、図27(a)に示された位相誤差信号分離器1214fの動作を説明するための各信号のタ

イミングチャートである。図 27 (b)に示されるように、位相比較器 1214a から出力される位相誤差信号には、進相誤差成分と遅相誤差成分とが含まれるが、これら位相誤差信号 H、I がチャンネルビットクロックに同期して分離されるので、論理積ゲート 1330c から出力される信号（進相誤差信号 H）は進相誤差信号成分だけを示し、論理積ゲート 1330d から出力される信号（遅相誤差信号 I）は遅相誤差信号成分だけを示す波形となる。

【0156】再生信号処理回路 1213 は、再生チャンネル 1212 からの読み出し信号を復調したり、副デジタル情報検出のための制御やその検出結果に基づく著作権保護のための動作を行ったりする回路である。

【0157】図 28 は再生信号処理回路 1213 の詳細な構成を示すブロック図である。再生信号処理回路 1213 は、復調部 1213a、出力ゲート部 1213b、初期値記憶部 1213c および、変位パターンゲート発生器 1213d から構成される。

【0158】復調部 1213a は、光ディスク記録装置 100a の変調部 102a に対応する復調回路である。復調部 1213a は、クロック抽出器 1214 からのチャンネルビットクロックに同期して再生チャンネル 1212 からの読み出し信号をサンプルリングすることによりチャンネルコード A に復調した後に、クロック抽出器 1214 からのバイトクロックに同期して各チャンネルコードに対応する 8 ビットの記録データに変換（16 to 8 変換）し、その記録データ列を出力ゲート部 1213b に送る。

【0159】出力ゲート部 1213b は著作権保護のためのバッファゲートである。出力ゲート部 1213b は検証部 1216 からのイネーブル信号（光ディスクに正規の秘密鍵が記録されていることを確認できた旨の通知）が入力されている間だけ、復調部 1213a からの記録データ列を通過させ、再生信号として外部に出力する。

【0160】初期値記憶部 1213c は、光ディスク 101 内の副デジタル情報管理情報 209 のうち擬似乱数発生器初期値情報 214 を読み出した値（15 ビットの初期値）を予め記憶するレジスタであり、秘密鍵の読み出し（以下、このような動作を「秘密鍵読み出しモード」という。）を開始した旨の通知を図示されていないコントローラから受けた場合に、その初期値を擬似乱数発生器 1217 に出力する。

【0161】変位パターンゲート発生器 1213d は、光ディスク 101 内の副デジタル情報管理情報 209 のうち副デジタル情報変位パターン情報 213 を読み出した結果にもとづいて、復調部 1213a から復調されたチャンネルコード A のデータ系列のうちの特定のマークあるいはスペース長の長さに応じて、ゲート信号を生成する。

【0162】図 32 に変位パターンゲートのタイミングチャートを示す。例えば（8-16）変調において 3T とそれ以外（4T 以上）のランを区別する場合を例に説明する。図 32 においてゲート信号 J は、チャンネルコード A のランの長さが 3T の場合に Low、それ以外（4T 以上）の場合に High を出力する。但し、ここでは 3T と 4T 以上のランを区別したが、4T 以下と 5T 以上、5T 以下と 6T 以上なども可能である。これらの情報が副デジタル情報変位パターン情報に記述されている。

【0163】擬似乱数発生器 1217 は、光ディスク記録装置 100a の擬似乱数発生器 121b と同一の機能を有し、光ディスク上の擬似乱数発生器初期値情報 214 から読み取った値を格納している初期値記憶部 102e からの初期値をプリセット値とし、クロック抽出器 1214 から入力されるバイトクロックをシフトクロックとして、2 の 15 乗個のビット系列を 1 サイクルとする擬似乱数系列（M 系列）を生成する。再生装置 1201 において擬似乱数発生器 1217 は、256 × 256 ビットの擬似乱数系列を生成するために用いられている。

【0164】同期検波器 1215 は、クロック抽出器 1214 から出力された進相誤差信号 H 及び遅相誤差信号 I と、擬似乱数発生器 1217 からの擬似乱数系列との間の相関性を検出する回路であり、各擬似乱数（1 ビット）毎の結果（正の相関性あり、負の相関性あり、相関性なし）を検証部 1216 に伝える。

【0165】図 29 は同期検波器 1215 の詳細な構成を示す回路図である。同期検波器 1215 は、PE 変調器 1215a、セクタ 1215b、積分器 1215c、閾値判定部 1215d 及び 8 ビットカウンタ 1215e から構成される。

【0166】PE 変調器 1215a は、光ディスク記録装置 100a のタイミング生成器 121a と PE 変調器 121d それぞれに対応する機能を併せ持つ変調器である。PE 変調器 1215a は、クロック抽出器 1214 からのバイトクロックに基づいて擬似乱数発生器 1217 からの擬似乱数系列を PE 変換し、切り替え制御信号としてセクタ 1215b に出力する。つまり、PE 変調器 1215a は、擬似乱数発生器 1217 からの擬似乱数系列を PE 変換し、切り替え制御信号としてセクタ 1215b に出力する。具体的には、PE 変調器 1215a は、擬似乱数発生器 1217 からの擬似乱数が 0 の場合には、再生された読み出し信号における各記録データ（バイト）の中央のタイミングにおいてたち下がり、擬似乱数が 1 の場合には立ち上がり、同じ乱数値が続く場合には書く記録データの境目でもう一度反転するような波形の信号をセクタ 1215b に出力する。

【0167】セクタ 1215b は、2 個の 2 入力 1 出力切り替え回路からなる。セクタ 1215b は、クロック抽出器 1214 からの進相誤差信号 H 及び遅相誤差

信号 I それぞれを、P E 変調器 1215 a からの制御信号が 1 の時には積分器 1215 c の正入力端子及び負入力端子に通過させ、0 のときにはクロスさせて積分器 1215 c の負入力端子及び正入力端子に通過させる。

【0168】8ビットカウンタ 1215 e は、クロック抽出器 1214 からのバイトクロックを  $1/256$  に分周するカウンタであり、その結果をリセット信号として積分器 1215 c、閾値判定部 1215 d 及び検証部 1216 に出力する。従って、このリセット信号は、擬似乱数発生器 1217 が 256 ビットの乱数系列を出力するごとに 1 回のリセットパルスを出力する波形となる。

【0169】積分器 1215 c は、作動入力バイポーラ出力のアナログ積分器である。積分器 1215 c は、正入力端子に入力されたパルスの面積を加算して蓄積するのと並行して、負入力端子に入力されたパルスの面積を減算して蓄積し、蓄積された合計面積に相当するアナログ信号を閾値判定部 1215 d に出力する。このとき、8ビットカウンタからリセット信号が入力された場合には、再びゼロから蓄積していく。

【0170】その結果、この積分器 1215 c の出力波形は、P E 変調器 1215 a から出力される P E 変調信号が 1 である期間においては、進相誤差信号 H に現れたパルスの面積を加算して蓄積すると共に遅相誤差信号 I に現れたパルスの面積を減算して蓄積した場合の蓄積面積を示す。一方、P E 変調信号が 0 である期間においては、出力波形は、進相誤差信号 H に現れたパルスの面積を減算して蓄積すると共に遅相誤差信号 I に現れたパルスの面積を加算して蓄積した場合の蓄積面積を示す。

【0171】従って、P E 変調信号が 1 である期間において進相誤差信号 H にのみパルスが現れ、かつ、P E 変調信号が 0 である期間において遅相誤差信号 I にのみパルスが現れる正の相関性が続く場合には、積分器 1215 c の出力波形は正方向に増加するランプ波形となる。逆に、P E 変調信号が 1 である期間において遅相誤差信号 I にのみパルスが現れ、かつ P E 変調信号が 0 である期間において進相誤差信号 H にのみパルスが現れる負の相関性が続く場合には、積分器 1215 c の出力波形は負方向に減少していくランプ波形となる。また、いずれの相関性も存在しない場合、即ち、P E 変調信号の値に依存しないでランダムに進相誤差信号 H 及び遅相誤差信号 I にパルスが現れる場合には、それらの誤差信号に現れる両パルスの出現頻度がほぼ等しくなるので、積分器 1215 c の出力波形はゼロレベルに近い値が維持される。

【0172】閾値判定部 1215 d は、積分器 1215 c からのアナログ信号が、光ディスクの副デジタル情報管理情報に記述された閾値情報を読み出した値である予め設定された正の閾値電圧と負の閾値電圧で区切られる 3 つの電圧区間のいずれに属するかを判定するコンパレータ等からなる。

【0173】図 30 は、閾値判定部 1215 d の動作を説明するための図であり、積分器 1215 c から閾値判定部 1215 d に入力されるアナログ信号波形の例を示す。閾値判定部 1215 d は、8ビットカウンタ 1215 e からリセット信号が入力された時点（直前）において、(i)積分器 1215 c からの信号電圧が前記正の閾値より大きい場合には 1 とし、負の閾値より小さい場合には 0 とする NRZ フォーマットの符号列を検証部 1216 に出力すると共に、(ii)積分器 1215 c からの信号電圧がそれらの両閾値の間に属する場合には、その旨を示すバイオレンス信号を検証部 1216 に通知する。

【0174】尚、前記閾値電圧は、本発明にかかるジッタ変調が行われている場合においては確実に（極めて高い確率で）超えるが、そうでない場合には越えることがない（極めて確率が低い）ような積分器 1215 c の出力電圧値に設定されている。その具体的な値は、記録時におけるジッタ変調（位相変調器の遅延器の遅延量）、積分器 1215 c に入力するバイト数（256）、バイト当たりの平均エッジ数、自然な（ランダムに生じる）ジッタ分布における標準偏差などによって決定される。

【0175】このように、閾値判定部 1215 d から出力される符号列は、256 ビットの擬似乱数毎に観測された相関性の極性（正又は負）の変化を示す。このような極性の変化は、256 ビットの擬似乱数系列毎に、それら擬似乱数系列が論理反転しないでジッタ変調により記録されたか、論理反転した後に記録されたかを示すビット列に対応する情報である。

【0176】検証部 1216 は、同期検波器 1215 から送られてくる符号列及びバイオレンス信号に基づいて、今読み出されている光ディスクが正規の光ディスク記録装置 200 によって記録された媒体であるか否かを検証し、肯定的に判定できた場合にのみ、その旨を示すイネーブル信号を再生信号処理回路 1213 に出力する。

【0177】図 31 は、検証部 1216 の詳細な構成を示すブロック図である。検証部 1216 は、秘密鍵記憶部 1216 a、シフトレジスタ 1216 b、一致比較部 1216 c 及び出力ラッチ部 1216 d から構成される。

【0178】秘密鍵記憶部 1216 a は、光ディスク記録装置 100 a の秘密鍵記憶部 102 f と同一の 56 ビットの秘密鍵を予め記憶するレジスタである。シフトレジスタ 1216 b は、クロック抽出器 1214 からのリセット信号をシフトクロックとして同期検波器 1215 からの符号列をシフトさせながら記憶する 56 段（ビット）のシフトレジスタである。

【0179】一致比較部 1216 c は、シフトレジスタ 1216 b に 56 ビットの符号列が入力された直後に、その符号列と秘密鍵記憶部 1216 a に保持され



ている56ビットの秘密鍵とが完全に一致するか否かを比較し、その結果を出力ラッチ部1216dに通知する。

【0180】出力ラッチ部1216dは、同期検波器1215からのバイオレンス信号が通知されず、かつ、一致比較部1216cから完全一致した旨の通知が送られてきた場合のみ、再生信号処理回路1213にイネーブル信号を出力する。つまり、擬似乱数発生器1217から同期検波器1215に入力される256ビットの擬似乱数系列と読み出し信号に含まれる位相誤差信号との間に正または負の相関性が存在することが連続して56回(256×56ビットの擬似乱数系列について)確認され、かつ、そのときの相関性の極性の変化が秘密鍵記憶部1216aに格納されている56ビットの秘密鍵と完全に一致する場合においてのみ、検証部1216から再生信号処理回路1213にイネーブル信号が出力される。

【0181】このようにして、秘密鍵読み出しモードが終了し、その時点において、検証部1216から再生信号処理回路1213にイネーブル信号が出力されている場合には、その光ディスクは正規の光ディスク記録装置100aによって秘密鍵が埋め込まれた媒体であると判断し、再生信号処理回路1213は、再生チャンネル1212からの読み出し信号を復調して得られる再生信号を外部に出力する。一方、検証部1216から再生信号処理回路1213にイネーブル信号が出力されてこない場合には、その光ディスクは正規の光ディスク記録装置200によって秘密鍵が埋め込まれた媒体でないと判断し、再生信号処理回路1213は、著作権保護のために、再生信号を外部に出力しない。

【0182】これによって、秘密鍵の埋め込みが、確認できない光ディスクについては、不正に記録データが読み出されてしまうことが防止される。従って、秘密鍵を含む正規の光ディスクをデッドコピーすることによって新たな光ディスクを作成しても、ジッタ変調によって埋め込まれていた秘密鍵も一緒にコピーされない限りは、その光ディスクは、本再生装置1201によって再生することが禁止され、著作権が保護される。

【0183】以上、本発明のジッタ変調にかかる記録媒体や記録再生装置について、実施の形態に基づいて説明したが、本発明は、この実施の形態に限られないことは無論である。

【0184】例えば、本実施の形態では、56ビットの1個の秘密鍵に対応して論理反転させた256×56ビットの擬似乱数系列が、56バイトの連続する記録データに埋め込まれた。しかし、本発明は、このような数値に限定されるものではない。ECCブロック、セクタ、フレーム等の物理的な記録構造に関連したバイト数や特定領域の記録データに対して、1種類だけでなく2種類以上の初期値から始まる擬似乱数系列を複数の領域に埋

め込む方式とすることもできる。

【0185】また、本実施の形態では、正当な光ディスクであると確認されるためには、256バイトごとに位相誤差信号と擬似乱数系列との間には正または負の相関性が存在することが56回連続することが条件とされたが、例えば56回中の50回以上とすることもできる。ジッタの分布は、図19に示されるように、ある程度の広がりをもつので、相関性の判断に用いるパルスの個数やジッタ変調等によっては、ある程度広がりをもつ判断基準によって有意な相関関係の存否を判断するほうが適切な場合もあり得るからである。

【0186】また、本実施の形態では、同期検波器から出力される符号列と秘密鍵との一致が所定数以下の場合に主デジタル情報の再生制限を行う構成とした。しかし、秘密鍵を用いなくてもよく、同期検波器において積分された位相誤差信号と、単に所定の閾値との大小比較の結果、閾値を超えた場合には、擬似乱数系列との相関が強いと判断し、再生制限を行うようにしてもよい。これにより、より簡単な構成で、ある程度の実施効果を得る事が可能である。

【0187】また、本実施の形態では、位相誤差信号の同期検波において、進相誤差信号Hと遅相誤差信号Iそれぞれのパルス面積をアナログ的に積分することによって、相関性を判定した。しかし、回路を簡略化するために、単にそれらの個数を加算及び減算しながらカウントしていくデジタル方式に変えてもよい。

【0188】また本発明にかかるジッタ変調は、光ディスクのユーザーデータ領域10aに記録された記録データに適用される場合、リードイン領域あるいはリードアウト領域、BCAに適用することが可能である。また前述の従来技術のコンテンツ暗号と重畳させて用いることも可能である。例えば、制御情報領域9bに格納しておくディスク鍵やタイトル鍵の記録に際して、本発明にかかるジッタ変調を施しておくことにより、従来のコンテンツ暗号による記録内容(デジタル情報)を一切変更することなく、海賊版の製造等の不正コピーに対する著作権保護を強化することが可能となる。

【0189】また、本実施の形態では、光ディスク装置1201は、光ディスクに埋め込まれた秘密鍵の存在を検証することができた場合にのみ復調後の再生信号を出力したが、本発明は、このような検証結果の利用形態に限定されるものではない。例えば、光ディスクの正当性が検証できなかった場合には、その光ディスクの特定領域に記録されたタイトルだけの再生を許可する等の利用形態であってもよい。

【0190】また、本実施の形態では、副デジタル情報として用いられる秘密鍵は、光ディスク記録装置100a及び光ディスク装置1201それぞれに予め格納されていたが、ユーザーからの指示や外部機器との秘密通信によって書き換えられる構成としてもよい。また、副デ

10

20

30

40

50



デジタル情報管理情報等のかたちとして暗号化したかたちでディスク上に予め記録しておいてもよい。

【0191】また本実施の形態では、対象とする記録媒体は光ディスクであったが、本発明は、このような種類の記録媒体に限られず、一般に呼ばれているCD-ROM、DVD-ROM、CD-R、CD-RW、DVD-RAM、DVD-RW、MO等にも適用し得る。すなわち凹凸のビットに限らず、相変膜や磁気膜等への記録にも適用することができる。ビット（記録マーク）の位置をジッタ変調によって書き込み可能であるとするならば、穴あけ方式だけでなく、相転移（相変化）や磁化などの記録方式を採用する他の種類の記録媒体にも適用することができるからである。なお記録装置については図15に示す構成、動作を適用することができる。

【0192】また、本発明にかかるジッタ変調は副デジタル情報を秘匿化して光ディスクに埋め込む用途に利用されたが、本発明はこのような秘匿化の用途に限定されるものではない。例えば、音声情報（副デジタル情報）を画像情報（主デジタル情報）に重畳させて記録媒体に書き込むなど、種類の異なるデジタル情報を分離再生可能な状態で記録し、それによって記録密度を向上させる非暗号用途に利用してもよい。

【0193】以上のように、上記実施形態の光ディスクによれば、副デジタル情報が、読み取り困難な態様で主デジタル情報に埋め込まれるので、記録マークの有無だけに基いて光ディスクをコピーした場合には、副デジタル情報はコピーされないため、コピー元の光ディスクであるかコピー後の光ディスクであるかの区別が可能となる。これにより、光ディスク上のデジタル著作物がそっくりそのまま不正にコピーされることによる著作権侵害の防止が可能となる。さらに副デジタル情報管理情報を予め光ディスク上に記録しておくことで、ディスク毎に異なったマスタ鍵を簡単に供与することができ、仮に1つの鍵が暴露されても他の機器に支障を及ぼすことがない。また、閾値情報や副デジタル情報の配置位置などの副デジタル情報管理情報をディスク毎に異なるように付与するで、共通の閾値情報あるいは副デジタル情報の配置位置をもつ副デジタル情報の暗号化より情報の秘匿性をさらに高めることが可能である。

【0194】また、副デジタル情報の乱数系列の初期値が、副デジタル情報管理情報として光ディスク上に予め記録されてもよい。これによって、乱数系列の初期値をディスク毎に任意にかえることができ情報の秘匿性を高めることが可能である。また、1つの秘密鍵を複数のディスクに渡って用いる場合でも、疑似乱数系列をかえることで、他のディスクの著作権保護に支障を及ぼすことが無く秘匿性を高めることが可能である。

【0195】また、記録マークについて、一定長の乱数系列について進み分と送れ分とを積算し、その積算値の大きさが予め定められた閾値より大きい小さいかに基

づいて副デジタル情報を生成する場合において、その閾値を副デジタル情報管理情報として予め記録してもよい。これによって、閾値をディスク毎に任意にかえることができ情報の秘匿性を高めることが可能である。また、1つの秘密鍵を複数のディスクに渡って用いる場合でも、閾値をかえることで、他のディスクの著作権保護に支障を及ぼすことが無く秘匿性を高めることが可能である。

【0196】また、副デジタル情報の配置位置を、副デジタル情報管理情報として予め記録してもよい。これによって、副デジタル情報のディスク上での配置位置をディスク毎に任意にかえることができ情報の秘匿性を高めることが可能である。また、1つの秘密鍵を複数のディスクにわたって用いる場合でも、副デジタル情報の配置をかえることで、他のディスクの著作権保護に支障を及ぼすことが無く秘匿性を高めることが可能である。また、記録マークの長さによって、位相変調のON/OFFを切り替えながら副デジタル情報を記録してもよい。これによって、再生信号のS/N比が悪い長さの記録マークの信号品質を位相変調によって劣化させることがない。また、S/N比の悪い長さの記録マークに副デジタル情報を埋め込まないため、副デジタル情報自身の検出誤りを少なくし、副デジタル情報を信頼性よく再生（抽出）することが可能になる。

【0197】また、位相変調のON/OFFを決める記録マークの長さ情報を、副デジタル情報管理情報として予め記録してもよい。これによって、位相変調を施す記録マークの長さをディスク毎に任意にかえることができ情報の秘匿性を高めることが可能である。また、1つの秘密鍵を複数のディスクに渡って用いる場合でも、位相変調のON/OFFを決める記録マークの長さをかえることで、他のディスクの著作権保護に支障を及ぼすことが無く秘匿性を高めることが可能である。また、副デジタル情報管理情報は、光ディスク上のコントロールデータ領域に予め記録してもよい。これによって、ディスク起動時に副デジタル情報管理情報を読み出すことが可能であり、副デジタル情報をすばやく抽出することができる。

【0198】また、副デジタル情報管理情報は、光ディスク上のユーザーデータ領域に予め記録してもよい。これによって、副デジタル情報および対応する副デジタル情報管理情報をユーザーデータ領域中の複数の領域に渡って配置することも可能である。例えばゾーン毎あるいは、コンテンツ毎に副デジタル情報および対応する副デジタル情報管理情報を別々におくことで、コンテンツ毎の著作権保護が容易に行える。また、ユーザーデータ領域は、リードイン、リードアウト領域あるいはBCA領域に比べ比較的大きな容量の情報を格納できるスペースを有しているため、多数の副デジタル情報管理情報を配置できるという効果がある。また、前記副デジタル情報

管理情報は、光ディスク上のBCAに予め記録してもよい。これによって、リードイン領域同様、ディスク起動時に副デジタル情報管理情報を読み出すため、副デジタル情報の解読に必要な情報をすぐさま読み出すことが可能である。

【0199】また、上記実施形態の光ディスク再生装置によれば、記録マークのエッジ位置に、乱数系列に基づいてジッタ変調が施されるので、ジッタに埋もれた副デジタル情報の解読が困難となり、さらに、副デジタル情報を抽出するために必要となる各種の情報（閾値情報、配置位置情報等）をディスク毎に任意にかえることができ、情報の秘匿性を高めることができる。また、1つの秘密鍵を複数のディスクにわたって用いる場合でも、副デジタル情報管理情報の内容をディスク毎に異ならせることで、他のディスクの著作権保護に支障を及ぼすことが無く秘匿性を高めることが可能である。

【0200】また、秘密鍵は、記録マークのエッジ（トラック方向の2つのエッジそれぞれ）の位置をトラックの進行方向（光ビームスポットの走査方向）に微量量だけずらすというジッタ変調によって記録されているので、ジッタに埋め込まれた情報を読み出す機能を持たない通常の再生装置によっては、その秘密鍵を読み出すことができない。

【0201】従って、通常の再生装置を用いて、このような秘密鍵が記録された光ディスクの全ての内容をそっくりそのまま読み出した後に他の光ディスクに記録したとしても、元の主デジタル情報だけがコピーされ、ジッタに埋もれて記録されていた副デジタル情報（秘密鍵）はコピーされることはない。これによって、オリジナルの光ディスクと不正にコピーされた光ディスクとを区別することが可能となるので例えば、再生装置において、秘密鍵が含まれた光ディスクの再生だけを許可する機構を設けることで、海賊版の光ディスクが出回ることによる著作権の侵害を回避することが可能となる。

【0202】（実施の形態3）本実施形態では、光ディスク上に、主デジタル情報を暗号化するための暗号化鍵が、副デジタル情報として所定領域に記録される。

【0203】＜光ディスク＞図34に本実施形態のDVD10を示す。ユーザ情報がn個のコンテンツ（コンテンツ1、コンテンツ2、・・・、コンテンツn）から構成されている場合に、各コンテンツは各々のコンテンツに対応した暗号化鍵で暗号化されている。暗号化鍵の総数はコンテンツの総数に等しくn個であり、これらの暗号化鍵（暗号化鍵1、暗号化鍵2、・・・暗号化鍵n）が制御情報領域内の所定領域に副デジタル情報として記録されている。上記副デジタル情報は、記録マークのエッジ位置をトラック方向に微量量だけ変位させる位相変調によって記録されている。暗号化鍵1はコンテンツ1を暗号化するための鍵であり、その他の暗号化鍵2、3、・・・nについても同様に暗号化鍵1とコンテンツ1

Dが対応している。副デジタル情報を記録するための主デジタル情報はタミーのデータである（データそのものは意味を持たない）。一つの副デジタル情報は56ビットで構成されており、副デジタル情報の1ビットは256バイトの主デジタル情報に重畳して記録されている。従って、一つの副デジタル情報を記録するために14336バイトの主デジタル情報が使用される。n個の副デジタル情報は連続的に記録されている。

【0204】従って、通常の再生装置を用いて、このような暗号化鍵が記録されたDVDの全ての内容をそっくりそのまま読み出した後に他のDVDに記録したとしても、元の主デジタル情報だけがコピーされ、ジッタに埋もれて記録されていた副デジタル情報（暗号化鍵）はコピーされることがない。よって不正にコピーされたDVDは再生装置において暗号化された主デジタル情報を解読することができない。これによって海賊版のDVDが出回ることによる著作権の侵害を回避することが可能となる。

【0205】また、制御情報領域に暗号化鍵が記録される形態とすることで、例えば正規のDVDの再生装置において暗号化鍵をディスク起動時に読み込む機能を持たせた場合には、この機能を持たない不正な再生装置は暗号化された主デジタル情報を解読することができない。よって不正なDVDの再生装置が出回ることによる著作権の侵害を回避することが可能となる。

【0206】さらに、ユーザ情報が複数のコンテンツから構成され、各々のコンテンツがコンテンツごとに更新される暗号化鍵で暗号化されて記録される形態とすることで、仮に1つの暗号化鍵が読み出されそのコンテンツが解読されてしまったとしても、それ以外のコンテンツは解読されない。従って、ユーザ情報のより強力な秘匿化が可能になる。

【0207】また、ユーザ情報を構成するコンテンツの中には暗号化されないコンテンツがあっても良い。また、暗号化されたコンテンツが一部に暗号化されないデータを含んでも良い。例えば、映画タイトルの予告編や企業PR、製品の広告など、暗号化しない方が好まれるコンテンツを記録したい場合に、有効となる。

【0208】また、1つのコンテンツの暗号化する鍵を2つ以上記録する形態としても良い。これにより、ProductIDや電子マネー等の組み合わせにより鍵を排他的に使用できるようにすることも可能である。

【0209】＜光ディスク記録装置＞図35は本発明に係る光ディスク記録装置の主要な部分についての構成を示すブロック図である。なお、図35に示された信号B、D、E、Fの波形は、図36のタイミングチャートに示される通りである。

【0210】本記録装置100は、光学的に読み取り可能な記録マークを形成することによって主デジタル情報を記録する装置である。記録装置100は、暗号化鍵に

従って主デジタル情報を暗号化する機能と、記録マークのエッジ位置をトラック方向に微量だけ変位させる位相変調により上記暗号化鍵を副デジタル情報として記録する機能を有するDVD-ROM用の記録装置である。記録装置100は、記録チャンネル108及び記録ヘッド109に加えて、主デジタル情報を暗号化するための暗号化器101を備え、さらにフォーマット102、擬似乱数発生器104、タイミング生成器103、排他的論理和ゲート105、PE (Phase Encoding) 変調器106、位相変調器107を備える。

【0211】暗号化器101は、コンテンツデータを記録するときは、暗号化鍵に基づいて主デジタル情報を暗号化した暗号化データをフォーマット102に出力し、暗号化鍵を記録するときは、上記暗号化鍵と、主デジタル情報を暗号化しない記録データとをフォーマット102に出力するための回路である。

【0212】図37は暗号化器101の詳細な構成を示すブロック図である。暗号化器101は、複数の暗号化鍵を保持しコンテンツに対応した暗号化鍵Lを選出する暗号化鍵セクタ101aと、本記録装置に入力された記録データJを暗号化鍵Lに従って暗号化する暗号化エンコーダ101bと、暗号化イネーブル信号が1のときには暗号化データKを選択し、暗号化イネーブル信号が0のときには暗号化されない記録データJを選択するデータセクタ101cとから構成される。

【0213】まず暗号化鍵を制御情報領域内の所定領域に記録する動作について説明する。暗号化鍵セクタ101aは、内部にn個の暗号化鍵を保持している。暗号化鍵セクタ101aは、i番目のコンテンツ(コンテンツID=i (i=1, 2, ..., n))に対応した暗号化鍵の記録(以下、このような動作を「暗号化鍵記録モード」という。)を開始する旨の通知と、コンテンツID=iを識別するコンテンツID信号とを、図示されていないコントローラから受けた場合には、暗号化鍵iを選択しフォーマット102に出力する。

【0214】このときデータセクタ101cは図示されていないコントローラから暗号化イネーブル信号0を受け取り、暗号化されない記録データを選択し、フォーマット102に出力する。フォーマット102は、主デジタル情報(記録データ)を変調したり、副デジタル情報を指定したり、副デジタル情報を記録するための制御を行ったりする回路である。

【0215】図38は、フォーマット102の詳細な構成を示すブロック図である。フォーマット102は、記録装置100に入力された記録データをDVD10に適した信号(チャンネル信号B)に変調する変調部102aと、擬似乱数発生器104により生成される擬似乱数系列の初期値を予め秘密に記憶する初期値記憶部102bと、暗号化器から入力される56ビットの暗号化鍵を保持する暗号化鍵記憶部102cとから構成される。

【0216】変調部102aは、図36のタイミングチャートに示されるように、入力された記録データを8ビット長の符号(バイト)ごとに、対応する16ビット長のチャンネルコードAに変換(8-16変換)した後に、NRZ1変換することによりチャンネル信号Bを生成し、位相変調器107に出力する。また、変調部102aは、暗号化鍵記録モードが開始された場合には、1バイトの記録データが入力されてくる度に、そのバイトの先頭を示すタイミング信号をタイミング生成器103に出力する。

【0217】初期値記憶部102bは、暗号化鍵記録モードが開始されたときに、予め秘密に保持していた15ビット長のデータ(初期値)を擬似乱数発生器104に出力する。

【0218】暗号化鍵記憶部102cは、暗号化鍵記録モードが開始されると、暗号化器から入力される56ビット長の暗号化鍵をLSBから1ビットずつ順にNRZフォーマットで排他的論理和ゲート105に出力していく。このとき、暗号化鍵記憶部102cは、変調部102aが256バイト分の記録データを変調する毎に次の上位ビットを出力する。つまり、暗号化鍵記憶部102cは、合計256×56バイト分の記録データに対応させて、56ビットの1個の暗号化鍵をビットシリアルに、暗号化鍵ビット系列としてXOR105に出力していく。

【0219】図39は、暗号化鍵、擬似乱数系列及び記録データの対応関係を示す図である。56ビットの暗号化鍵を隠し情報として光ディスクに記録するために、暗号化鍵の各ビットにつき256ビットの擬似乱数系列が用いられ、その擬似乱数系列における各ビットが1バイトの記録データ(16ビットのチャンネルコード)に埋め込まれることが示されている。なお、56ビットの暗号化鍵の各ビットは、後述するように、対応する256ビットの擬似乱数系列を論理反転するか否かのフラグとして用いられる。

【0220】タイミング生成器103は、(i)変調部102aからのタイミング信号に基づいて、記録データの各バイトに同期したクロック信号(バイトクロック)を擬似乱数発生器104に出力すると共に、(ii)そのタイミング信号と図示されていないクロック発振器からのクロック信号とに基づいて、フォーマット102から出力されるチャンネル信号Bの中央(位相が180度となる時点)を示すタイミング信号をPE変調器106に出力する。

【0221】擬似乱数発生器104は、初期値記憶部102bからの初期値をプリセット値とし、タイミング生成器103から入力されるバイトクロックをシフトクロックとして、2の15乗個のビット系列を1サイクルとする擬似乱数系列(M系列)を生成する。

【0222】図40は、擬似乱数発生器104の詳細な

構成を示す回路図である。疑似乱数発生器104は、初期値記憶部102bからの初期値を保持する15ビット長のプリセットレジスタ104aと、15段(ビット)のシフトレジスタ104bと、そのシフトレジスタ104bのMSB(第14桁)と第10桁それぞれの出力値の排他的論理和を算出する排他的論理和ゲート104cとから構成される。

【0223】初期値記憶部102bから送られてくる初期値がプリセットシフトレジスタ104aにセットされると、その直後に送られてくるフォーマッタ102からのストロブ信号によって、その初期値がシフトレジスタ104bに書き込まれる。その後、タイミング生成器103からのバイトクロックに同期して、シフトレジスタ104bに格納された15ビットの値は左方向に桁シフトされると共に、排他的論理和ゲート104cからの出力値がシフトレジスタ104bのLSB(第0桁)にフィードバックされて格納される。これによって、シフトレジスタ104bのMSBには、バイトごとに1ビットの新たな乱数が生成され、疑似乱数系列として、排他的論理和ゲート105に送られる。

【0224】なお、本実施の形態では、この疑似乱数発生器104は、暗号化鍵記録モードにおいて、合計256×56バイトの記録データに埋める疑似乱数系列、即ち、256×56ビットの疑似乱数系列を生成するために用いられている。

【0225】排他的論理和ゲート105は、疑似乱数発生器104からの疑似乱数系列と暗号化鍵記憶部102cからのビット系列との排他的論理和を算出し、その結果得られる疑似乱数系列DをPE変調器106に出力する。つまり、この排他的論理和ゲート105は、56ビットの暗号化鍵の各ビット値に応じて、疑似乱数発生器104から発生された256ビット分の疑似乱数系列をそのままPE変調器106に入力させるか、又は、論理反転した後にPE変調器106に入力させるかを選択的にを行っている。

【0226】PE変調器106は、タイミング生成器103からのタイミング信号に基づいて、排他的論理和ゲート105から送られてくる疑似乱数系列DをPE(PhaseEncoding)変換し、得られたPE変調信号Eを位相変調器107に出力する。その結果、PE変調信号Eは、図36のタイミングチャートに示されるように、排他的論理和ゲート105から出力された疑似乱数Dが0の場合にはチャンネル信号Bの中央において立ち下がり、疑似乱数Dが1の場合には立ち上がり、同じ乱数値が続く場合にはチャンネル信号Bの境目でもう一度反転するような波形となる。

【0227】位相変調器107は、PE変調器106からのPE変調信号Eに基づいて、フォーマッタ102からのチャンネル信号Bのエッジを一定の微少時間だけ遅らせるか進ませるか位相変調を行い、得られた被変調チャ

ネル信号Fを記録チャンネル108に出力する。なお、上記微少時間は、この位相変調器107をバイパスして(すなわち、副デジタル情報を記録しないで)主デジタル情報だけを記録した通常のDVD10が通常の再生装置で再生された場合に観測されるジッタの、度数分布における標準偏差 $\sigma$ の半分の値( $0.5\sigma$ )に予め設定されている。

【0228】図41は、位相変調器107の詳細な構成を示すブロック図である。位相変調器107は、上記微少時間だけ信号を遅延させる遅延器107aと、2入力1出力のセレクタ107bとから構成される。セレクタ107bは、制御信号として入力されるPE変調信号Eが1のときには、フォーマッタ1から直接に入力されるチャンネル信号Bを通過させ、PE変調信号Eが0のときには、遅延器107aを経て入力されるチャンネル信号Bを通過させる。

【0229】これによって、位相変調器107に入力されたチャンネル信号Bの立ち上がり及び立ち下がりエッジは、結果として(相対的な時間関係において)、PE変調信号Eが1を示しているとき(0~180度)には上記微少時間だけ位相が進められ、PE変調信号Eが0を示しているとき(180~360度)には上記微少時間だけ位相が遅らされる。つまり、位相変調器107に入力されたチャンネル信号Bは、疑似乱数系列Dに基づいてジッタ変調を受け、図36に示されるような被変調チャンネル信号Fに変換される。

【0230】記録チャンネル108は、位相変調器107からの被変調チャンネル信号Fの1/0に同期してDVD10に露光させるレーザービームをON/OFFさせる制御信号を生成し記録ヘッド109に送る。記録ヘッド109は、記録チャンネル108からの制御信号に基づいて、レーザービームをON/OFFさせながら、回転するDVD10の表面に螺旋状にスポットを当てていくことにより、カッティングしていく。このようにして、光学的に読み取り可能な凹又は凸のビットからなる被変調記録マークGがDVD10に形成される。

【0231】図42は、記録ヘッド109によってビットが形成されたDVD10の記録膜の表面を示す外観図である。暗号化鍵記録モードにおいて形成されたビットのトラック方向における2つのエッジそれぞれの位置は、暗号化鍵記録モードでない場合に形成されるビットのエッジ位置に対して、上記一定の微少時間に相当する変位量だけ位相が進んだ(又は遅れた)位置にずれて形成されている。

【0232】図43は、このような暗号化鍵記録モードにおいて形成されたビット、即ち、ジッタ変調を受けて記録された被変調記録マークGについて観測されるジッタの頻度(度数)分布を示すグラフである。

【0233】この場合、曲線Aは、PE変調信号Eが0のときに生成された被変調記録マークGのエッジだけに

ついでジッタ分布を示し、上記変位量だけ位相が遅れる方向にずれた位置X(L)を最大頻度とするガウス曲線に近い曲線となる。曲線Bは、PE変調信号Eが1のときに生成された被変調記録マークGのエッジだけについてのジッタ分布を示し、上記変位量だけ位相が進んだ方向にずれた位置X(H)を最大頻度とするガウス曲線に近い曲線となる。曲線Cは、それら両曲線A及びBを足し合わせた全体のジッタ分布を示す。

【0234】本発明は、暗号化鍵の記録時に用いられた擬似乱数系列と同一の擬似乱数系列で同期検波するならば、曲線Cのジッタ分布を曲線Aと曲線Bそれぞれの分布に分離し得ることを利用している。

【0235】以上のような副デジタル情報記録方法に従って暗号化鍵iを記録する。この動作が暗号化鍵1〜暗号化鍵nについて連続的に行われ、情報制御領域内の所定領域にn個の暗号化鍵が連続的に記録される。

【0236】次にコンテンツを暗号化して記録する動作について説明する。暗号化セクタ101aは、i番目のコンテンツ(コンテンツID=i(i=1、2、・・・、n))を暗号化して記録するときに、主デジタル情報の暗号化と記録(以下、このような動作を「主デジタル情報暗号化&記録モード」という。)を開始する旨の通知と、コンテンツID=iを識別するコンテンツID信号とを、図示されていないコントローラから受けた場合には、暗号化鍵iを選択し暗号化エンコーダ101bに出力する。

【0237】暗号化エンコーダ101bは、入力される記録データの8bitデータに、暗号化鍵iの値を加算し、データセクタ101cに出力する。例えば、暗号化鍵iが1であった場合には記録データの8bitデータに1を加算する。

【0238】このときデータセクタ101cは図示されていないコントローラから暗号化イネーブル信号1を受け、暗号化データを選択し、フォーマッタ102に出力する。これによって記録データは暗号化鍵iに従って暗号化されている。

【0239】変調部102aは入力された暗号化データを8ビット長の符号(バイト)ごとに、対応する16ビット長のチャンネルコードAに変換(8-16変換)した後、NRZI変換することによりチャンネル信号Bを生成し、位相変調器107に出力する。位相変調器107はチャンネル信号Bを位相変調しないで記録チャンネルに出力する。

【0240】これによって記録データは暗号化鍵iに従って暗号化されて記録される。この動作はコンテンツ1〜コンテンツnについて行われ、コンテンツデータはコンテンツ毎に更新される暗号化鍵で暗号化されながら記録される。

【0241】従って、通常の再生装置を用いて、このような暗号化鍵が記録されたDVDの全ての内容をそっく

りそのまま読み出した後に他のDVDに記録したとしても、元の主デジタル情報だけがコピーされ、ジッタに埋もれて記録されていた副デジタル情報(暗号化鍵)はコピーされることがない。よって不正にコピーされたDVDは再生装置において暗号化された主デジタル情報を解読することができない。これによって海賊版のDVDが出回ることによる著作権の侵害を回避することが可能となる。

【0242】<光ディスク再生装置>以上のようにして暗号化鍵が記録されたDVDに対応する再生装置について説明する。図44は、本発明に係る光ディスク再生装置300の特徴的な部分についての構成を示すブロック図である。

【0243】本再生装置300は、上記の光ディスク記録装置100に対応するDVD再生装置である。再生装置300は、DVD上の記録マークの位置に基づいて主デジタル情報を再生するだけでなく、そのときに観測される記録マークのジッタに埋もれた副デジタル情報(暗号化鍵)を検出し、その検出結果に基づいて暗号化された主デジタル情報を解読する機能を有する。再生装置300は、再生ヘッド302、再生チャンネル303、再生信号処理回路304、クロック抽出器305、同期検波器307、暗号化鍵再生回路308及び擬似乱数発生器306を備える。

【0244】再生ヘッド302は、光ピックアップであり、回転するDVD301上の記録マークに光ビームを集光して照射し、その反射光から、記録マークのエッジ位置を示すアナログの読み出し信号を生成して再生チャンネル303に出力する。再生チャンネル303は、再生ヘッド302からのアナログの読み出し信号を波形等化したり整形したりすることによってデジタルの読み出し信号に変換し、再生信号処理回路304とクロック抽出器305に出力する。

【0245】クロック抽出器305は、再生チャンネル303からの読み出し信号に基づいて、4種類のクロック信号、即ち、(i)チャンネルコードを構成する各ビットに同期したチャンネルビットクロック、(ii)そのチャンネルビットクロックを基準とした場合の読み出し信号の進み成分だけを示す進相誤差信号H、(iii)同様に、その遅れ成分だけを示す遅相誤差信号I、及び、(iv)読み出し信号における各記録データ(バイト単位)に同期したバイトクロックを抽出して生成する。クロック抽出器305は、それらのクロック信号を、(i)再生信号処理回路304、(ii)同期検波器307、(iii)同期検波器307、(iv)再生信号処理回路304、同期検波器307及び擬似乱数発生器306にそれぞれ出力する。

【0246】図45は、クロック抽出器305の詳細な構成を示すブロック図である。クロック抽出器305は、PLL回路と、4ビットカウンタ305dと、同期

10

20

30

40

50



信号検出器305eと、位相誤差信号分離器305fとから構成される。PLL回路は位相比較器305a、ループフィルタ305b及びVCO (Voltage Controlled Oscillator) 305cからなる。

【0247】位相比較器305aは、カウンタ、排他的論理和ゲート及びフリップフロップ等からなり、VCO 305cからフィードバックされて入力されるチャンネルビットクロックと、再生チャンネル303からの読み出し信号とから、その読み出し信号の立ち上がり及び立ち下がりエッジと、そのエッジに最も近いチャンネルビットクロックの立ち上がりエッジとの位相差を算出し、位相誤差信号としてループフィルタ305b及び位相誤差信号分離器305fに出力する。

【0248】ループフィルタ305bは、位相比較器305aからの位相誤差信号を平滑化し、直流の電圧信号に変換するローパスフィルタである。VCO 305cは、ループフィルタ305bからの電圧信号に対応する周波数のチャンネルビットクロックを生成する電圧制御発振器である。

【0249】同期信号検出器305eは、読み出し信号に含まれる同期パターンを検出し、リセット信号として4ビットカウンタ305dに出力する。4ビットカウンタ305dは、VCO 305cからのチャンネルビットクロックを1/16に分周するカウンタであり、同期信号検出器305eからのリセット信号によってリセットされる。つまり、4ビットカウンタ305dは、読み出し信号における各記録データ（バイト単位）に同期したバイトクロックを出力する。

【0250】位相誤差信号分離器305fは、位相比較器305aからの位相誤差信号を進相誤差信号Hと遅相誤差信号Iとに分離し、同期検波器307に出力する回路である。

【0251】図46(a)は、位相誤差信号分離器305fの詳細な構成を示す回路図である。位相誤差信号分離器305fは、2個のインバータ400a、400bと2個の論理積ゲート400c、400dとから構成される。図46(b)は、図46(a)に示された位相誤差信号分離器305fの動作を説明するための各信号のタイミングチャートである。図46(b)に示されるように、位相比較器305aから出力される位相誤差信号には進相誤差成分と遅相誤差成分とが含まれるが、これら位相誤差信号H、Iがチャンネルビットクロックに同期して分離されるので、論理積ゲート400cから出力される信号（進相誤差信号H）は進相誤差成分だけを示し、論理積ゲート400dから出力される信号（遅相誤差信号I）は遅相誤差成分だけを示す波形となる。

【0252】再生信号処理回路304は、再生チャンネル303からの読み出し信号を復調したり、副デジタル情報の検出のための制御やその検出結果に基づく著作権保護のための動作を行ったりする回路である。さらに再生

信号処理回路304はコンテンツを再生するときは、暗号化鍵読み出し時に読み出された暗号化鍵に基づいて復調信号を復号化し、再生信号として出力する。また、暗号化鍵を読み出すときは復調信号を再生信号として出力する。

【0253】図47は、再生信号処理回路304の詳細な構成を示すブロック図である。再生信号処理回路304は、復調部304a、復号化デコーダ304b、データセクタ304c及び初期値記憶部304dから構成される。

【0254】まず、制御情報領域内の所定領域に記録された副デジタル情報（暗号化鍵）を読み出す動作を説明する。ユーザ情報がn個のコンテンツから構成される場合、制御情報領域内の所定領域にn個の暗号化鍵が副デジタル情報として埋め込まれている。

【0255】暗号化鍵再生回路308は、ディスクをドライブに挿入後、リードインの動作中に制御情報領域内の所定領域からこれらの暗号化鍵を読み出し、n個の鍵を暗号化鍵再生回路308に格納する。

【0256】再生信号処理回路304は、制御情報領域内の所定領域から暗号化鍵の読み出し（以下、このような動作を「暗号化鍵読み出しモード」という。）を開始する旨の通知を図示されていないコントローラから受けた場合には、初期値記憶部304dに保持された初期値を擬似乱数発生器306に出力する。

【0257】擬似乱数発生器306は、光ディスク記録装置100の擬似乱数発生器104と同一の機能を有しており、初期値記憶部304dからの初期値をプリセット値とし、クロック抽出器305から入力されるバイトクロックをシフトクロックとして、2の15乗個のビット系列を1サイクルとする擬似乱数系列（M系列）を生成する。再生装置300において、擬似乱数発生器306は256×56ビットの擬似乱数系列を生成するために用いられている。

【0258】同期検波器307は、クロック抽出器305から出力された進相誤差信号H及び遅相誤差信号Iと擬似乱数発生器306からの擬似乱数系列との間の相関性を検出する回路であり、各擬似乱数（1ビット）毎の結果（正の相関性あり、負の相関性あり、相関性なし）を暗号化鍵再生回路308に伝える。

【0259】図48は、同期検波器307の詳細な構成を示す回路図である。同期検波器307は、PE変調器307a、セクタ307b、積分器307c、しきい値判定部307d及び8ビットカウンタ307eから構成される。

【0260】PE変調器307aは、光ディスク記録装置100のタイミング生成器103とPE変調器106それぞれに対応する機能を併せ持つ変調器であり、クロック抽出器305からのバイトクロックに基づいて擬似乱数発生器306からの擬似乱数系列をPE変換し、切



り換え制御信号としてセレクタ 307b に出力する。つまり、擬似乱数発生器 306 からの擬似乱数が 0 の場合には再生された読み出し信号における各記録データ（バイト）の中央のタイミングにおいて立ち下がり、擬似乱数が 1 の場合には立ち上がり、同じ乱数値が続く場合には各記録データの境目でもう一度反転するような波形の信号をセレクタ 307b に出力する。

【0261】セレクタ 307b は、2 個の 2 入力 1 出力切替回路からなり、クロック抽出器 305 からの進相誤差信号 H 及び遅相誤差信号 I それぞれを、PE 変調器 307a からの制御信号が 1 のときには積分器 307c の正入力端子及び負入力端子に通過させ、0 のときにはクロスさせて積分器 307c の負入力端子及び正入力端子に通過させる。

【0262】8 ビットカウンタ 307e は、クロック抽出器 305 からのバイトクロックを  $1/256$  に分周するカウンタであり、その結果をリセット信号として積分器 307c、しきい値判定部 307d 及び暗号化鍵再生回路 308 に出力する。従って、このリセット信号は、擬似乱数発生器 306 が 256 ビットの乱数系列を出力するごとに 1 回のリセットパルスを出力する波形となる。

【0263】積分器 307c は、差動入力バイポーラ出力のアナログ積分器であり、正入力端子に入力されたパルスの面積を加算して蓄積すると並行して、負入力端子に入力されたパルスの面積を減算して蓄積し、蓄積された合計面積に相当するアナログ信号をしきい値判定部 307d に出力する。このとき、8 ビットカウンタからリセット信号が入力された場合には、再びゼロから蓄積していく。

【0264】その結果、この積分器 307c の出力波形は、PE 変調器 307a から出力される PE 変調信号が 1 である期間においては、進相誤差信号 H に現れたパルスの面積を加算して蓄積すると共に遅相誤差信号 I に現れたパルスの面積を減算して蓄積したものを示す。PE 変調信号が 0 である期間においては、積分器 307c の出力波形は、進相誤差信号 H に現れたパルスの面積を減算して蓄積すると共に遅相誤差信号 I に現れたパルスの面積を加算して蓄積した場合の蓄積面積を示す。

【0265】従って、PE 変調信号が 1 である期間において進相誤差信号 H にのみパルスが現れ、かつ、PE 変調信号が 0 である期間において遅相誤差信号 I にのみパルスが現れる正の相関性が続く場合には、積分器 307c の出力波形は正方向に増加するランプ波形となる。逆に、PE 変調信号が 1 である期間において遅相誤差信号 I にのみパルスが現れ、かつ、PE 変調信号が 0 である期間において進相誤差信号 H にのみパルスが現れる負の相関性が続く場合には、積分器 307c の出力波形は負方向に減少していくランプ波形となる。また、いずれの相関性も存在しない場合、即ち、PE 変調信号の値に依

存しないでランダムに進相誤差信号 H 及び遅相誤差信号 I にパルスが現れる場合には、それら誤差信号に現れる両パルスの出現頻度が略等しくなるので、積分器 307c の出力波形はゼロレベルに近い値が維持される。

【0266】しきい値判定部 307d は、積分器 307c からのアナログ信号が、予め設定された正のしきい値電圧と負のしきい値電圧で区切られる 3 つの電圧区間のいずれに属するかを判定するコンパレータ等からなる。

【0267】図 49 は、しきい値判定部 307d の動作を説明するための図であり、積分器 307c からしきい値判定部 307d に入力されるアナログ信号波形の例を示す。しきい値判定部 307d は、8 ビットカウンタ 307e からリセット信号が入力された時点（直前）において、積分器 307c からの信号電圧が上記正のしきい値より大きい場合には 1 とし、負のしきい値より小さい場合には 0 とする NRZ フォーマットの符号列を暗号化鍵再生回路 308 に出力する。

【0268】なお、上記しきい値電圧は、本発明に係るジッタ変調が行われている場合には確実に（極めて高い確率で）越えられるが、そうでない場合には越えられることがない（極めて確率が低い）ような積分器 307c の出力電圧値に設定されている。その具体的な値は、記録時におけるジッタ変調度（位相変調器 107 の遅延器 107a の遅延量）、積分器 307c に入力するバイト数（256）、バイト当たりの平均エッジ数、自然な（ランダムに生じる）ジッタ分布における標準偏差などによって決定される。

【0269】このように、しきい値判定部 307d から出力される符号列は、256 ビットの擬似乱数毎に観測された相関性の極性（正又は負）の変化を示す。このような極性の変化は、256 ビットの擬似乱数系列毎に、それら擬似乱数系列が論理反転しないでジッタ変調により記録されたか論理反転した後に記録されたかを示すビット列に対応する情報である。

【0270】暗号化鍵再生回路 308 は、同期検波器 307 から送られてくる符号列に基づいて、各々のコンテンツを暗号化するための暗号化鍵を読み出し、複数の暗号化鍵を暗号化鍵セレクタに格納する。

【0271】図 50 は、暗号化鍵再生回路 308 の詳細な構成を示すブロック図である。暗号化鍵再生回路 308 は、シフトレジスタ 308a、カウンタ 308b、暗号化鍵セレクタ 308c 及び暗号化鍵記憶部 308d から構成される。

【0272】シフトレジスタ 308a は、同期検波器 307 からのリセット信号をシフトクロックとして、同期検波器 307 からの符号列をシフトさせながら記憶する 56 段（ビット）のシフトレジスタである。シフトレジスタ 308a に 56 ビットの符号列が入力された直後に、カウンタ 308b はロードパルスを暗号化鍵セレクタ 308c に出力する。このとき暗号化鍵セレクタ 30

8cはシフトレジスタの値を受け取る。

【0273】暗号化鍵セクタ308cは、カウンタ308bからロードパルスを受け取るのと同時に、図示されていないコントローラから、現在のi番目の暗号化鍵を示す暗号化鍵ID信号を受け取り、シフトレジスタから入力される値を暗号化鍵IDに対応した暗号化鍵が格納される場所に格納する。

【0274】この動作を暗号化鍵1～暗号化鍵nについて行い、情報制御領域からn個の暗号化鍵を読み出し、各々の暗号化鍵を暗号化鍵セクタ308cに格納する。

【0275】次にコンテンツを暗号化鍵に基づいて復号化して再生する動作について説明する。暗号化セクタ308cは、i番目のコンテンツ（コンテンツID=i（i=1、2、・・・、n））を再生するときに、主デジタル情報の復号化と再生（以下、このような動作を「主デジタル情報復号&再生モード」という。）を開始する旨の通知と、コンテンツID=iを識別するコンテンツID信号とを、図示されていないコントローラから受けた場合には、暗号化鍵iを選択し暗号化鍵記憶部308dに格納し、再生信号処理回路304に出力する。

【0276】復調部304aは、光ディスク記録装置100の変調部102aに対応する復調回路であり、クロック抽出器305からのチャネルビットクロックに同期して再生チャネル303からの読み出し信号をサンプリングすることによりチャネルコードAに復調した後に、クロック抽出器305からのバイトクロックに同期して各チャネルコードに対応する8ビットの記録データに変換（16-8変換）し、その記録データ列を復号化デコード304bとデータセクタ304cに送る。

【0277】復号化デコード304bは、記録データの8bitデータPに、暗号化鍵iの値Qを減算し、復号化データRをデータセクタ304cに出力する。例えば、暗号化鍵iが1であった場合には記録データの8bitデータに1を減算する。このときデータセクタ304cは復号化データRを選択し、再生信号として出力する。このことによって読み出し信号は暗号化鍵iに従って復号化される。

【0278】これによって、暗号化鍵を読み出すことができないDVDについては、暗号化された記録データを復号できないため、不正に記録データが読み出されてしまうことが防止される。従って、暗号化鍵を含む正規のDVDをデッドコピーすることによって新たなDVDを作成しても、ジッタ変調によって埋め込まれていた暗号化鍵も一緒にコピーされない限りは、そのDVDは、再生装置において暗号化された主デジタル情報を解読することができないため、著作権が保護される。

【0279】また、従来のDVDの暗号化手法では、ディスク鍵やタイトル鍵がデータとしてディスク内に記録されているため、鍵を不正に読み出される可能性があ

る。しかしこの実施の形態では、暗号化鍵がジッタ変調によって埋め込まれているため、その解読が困難であり、暗号化鍵の秘匿化が可能になる。

【0280】さらに、従来技術として、正規ディスクと不正ディスクとの区別を判別回路によって判定し、正規ディスクの場合にイネーブル信号を再生信号処理回路に出力して再生を許可する方式があった。しかしながら、図51に示すこの方式においては、改造によって不正なイネーブル信号が再生信号処理回路に出力され、不正ディスクの再生を防ぐことができない可能性がある。

【0281】本実施の形態においては、光ディスク再生装置は再生するコンテンツに対応した暗号化鍵を情報制御領域に記録された副デジタル情報から読み出し、この暗号化鍵で暗号化された主デジタル情報を解読する必要がある。従って上述のような不正改造に対しても、光ディスク再生装置は暗号化された主デジタル情報を解読することができないため、著作権が保護される。

【0282】さらに、上記判別回路によりイネーブル信号を再生信号処理回路に出力して再生を許可する方式においては、図52に示すように上記判別機能を有さない光ディスク再生装置が出現した場合、不正ディスクの再生を防ぐことができない可能性がある。

【0283】本実施の形態においては、光ディスク再生装置は再生するコンテンツに対応した暗号化鍵を情報制御領域に記録された副デジタル情報から読み出し、この暗号化鍵で暗号化された主デジタル情報を解読する必要がある。従って、副デジタル情報を検出する機能を有さない光ディスク再生装置では暗号化された主デジタル情報を解読することができないため、著作権が保護される。

【0284】また、図53に示すように不正な暗号化鍵を外部またはソフトウェアから入力し、正規ディスクからデータを読み出そうとした場合には、全てのコンテンツについて暗号化鍵を解読しなければならない。従って、暗号化鍵の解読作業量を膨大にでき、事実上データの読み出しを困難にできる。

【0285】以上、本発明の副デジタル情報による主デジタル情報の暗号化に係る記録媒体や記録再生装置について、実施の形態に基づいて説明したが、本発明はこの実施の形態に限られないことは勿論である。

【0286】例えば、本実施の形態では、56ビットの1個の暗号化鍵に対応して論理反転させた256×56ビットの疑似乱数系列が、256×56バイトの連続する記録データに埋め込まれたが、本発明は、このような数値に限定されるものではない。ECCブロック、セクタ、フレーム等の物理的な記録構造に関連したバイト数や特定領域の記録データに対して、1種類だけでなく2種類以上の初期値から始まる疑似乱数系列を複数の領域に埋め込む方式とすることもできる。

【0287】また、本実施の形態では、ユーザ情報が複

数のコンテンツから構成され、各々コンテンツは各々のコンテンツに対応した暗号化鍵で暗号化される形態としたが、本発明はこの形態に限定されない。例えば、ユーザ情報は半径位置、トラック、ECCブロック、セクタ等の物理的な記録構造に関連したバイト数や特定領域の記録データの集合体を単位として複数の記録データの集合体に分割され、上記記録データの集合体は各々上記記録データの集合体に対応した暗号化鍵で暗号化される形態とすることもできる。暗号化鍵の数が多いほどユーザ情報のより強力な秘匿化が可能になる。

【0288】また、本実施の形態では、各々のコンテンツに対して暗号化鍵が1つずつ存在し、各々コンテンツは独立に暗号化される形態としたが、本発明はこの形態に限定されない。例えば、複数の記録データの集合体で、1つの暗号化鍵を共有する形態とすれば、暗号化鍵を記録する主デジタル情報の容量を節約することが可能になる。

【0289】また、本実施の形態では、1番目の暗号化鍵からn番目の暗号化鍵が昇順に制御情報領域の所定の領域に記録される形態としたが、本発明はこの形態に限定されない。暗号化鍵を記録する順序に対してスクランブルが施される形態としても良いし、あるルールに基づいて記録される暗号化鍵の順序が決定される形態としても良い。

【0290】また、本実施の形態では、暗号化鍵が副デジタル情報として記録マークのエッジ位置をトラック方向に微小量だけ変位させる位相変調によって記録されている形態としたが、本発明はこの形態に限定されない。例えば、記録マークをラジアル方向に微小量だけ変異させる変調や、トラックピッチを局所的に狭くする変調、その他信号振幅、トラッキングエラー信号、フォーカスエラー信号、アシンメトリ、変調度など、ビット形状や信号に微小量の変化を持たせることによって副デジタル情報を記録される形態とすることもできる。

【0291】また、本実施の形態では、擬似乱数系列を生成するための初期値が、光ディスク記録装置100のフォーマット102と、光ディスク再生装置300の再生信号処理回路304に予め秘密に記憶される形態としたが、本発明はこの形態に限定されない。例えば、光ディスク記録装置は、副デジタル情報の記録に使用する初期値をDVDの制御情報領域に記録し、光ディスク再生装置は、ディスクをドライブに挿入された後、リードインの動作中に制御情報領域から初期値を読み出し、初期値記憶部に保持する形態としても良い。

【0292】また、初期値が記録される領域は、制御情報領域に限られず、ユーザデータ領域の所定領域とすることもできる。さらに、複数の初期値が定義され、各々の記録データの集合体に対応して擬似乱数系列が定義される形態とすれば、ユーザ情報のより強力な秘匿化が可能になる。

【0293】また、本実施の形態では、暗号化エンコーダは、入力される記録データの8ビットデータに、暗号化鍵の値を加算するとしたが、本発明はこのような暗号化形態に限定されるものではない。

【0294】例えば、図55に示すように暗号化鍵の下位8ビットの値をL<sub>a</sub>、下位9～16ビットの値をL<sub>b</sub>、下位17～24ビットの値をL<sub>c</sub>とした場合に、暗号化エンコーダはまず記録データの8ビットデータJにL<sub>a</sub>を加算してK<sub>a</sub>とする。さらにK<sub>a</sub>の下位からL<sub>b</sub>で定義されたビット位置を起点としてその位置からL<sub>c</sub>で示されたビット数だけ論理反転して暗号化データKを出力する形態としても良い。

【0295】また、図56に示すようにDVDの従来の暗号化技術において、マスタ鍵をディスク鍵とタイトル鍵とによって暗号化して得られた鍵を、更に副デジタル情報による暗号化鍵で暗号化し、その鍵を用いてコンテンツをスクランブルするしても良い。この他にも、暗号化鍵を副デジタル情報として記録することで、暗号化鍵によって記録データをスクランブルするあらゆる暗号化手法に関して本発明を適用できる。

【0296】また、本実施の形態では、副デジタル情報として用いられる秘密鍵は、光ディスク記録装置100に予め格納されていたが、ユーザからの指示や外部機器との秘密通信によって書き換えられる構成としても良い。

【0297】また、本実施の形態では、対象とする記録媒体はDVD-ROMであったが、本発明はこのような種類の記録媒体に限られず、CD-ROMやDVD-RAM等にも適用し得る。ビット（記録マーク）の位置や形状を微小量変化させながら書き込み可能であるならば、穴あけ方式だけでなく、相転移や磁化などの記録方式を採用する他の種類の記録媒体にも適用することができるからである。

【0298】（実施の形態4）本実施形態では、光ディスク上に、主デジタル情報を暗号化するための暗号化鍵が、副デジタル情報として暗号化される主デジタル情報に重畳して記録される。

【0299】＜光ディスク＞図56は本実施形態の光ディスクにおいてブロック毎に設けられた暗号化鍵を説明した図である。光ディスクの各ECCブロックのユーザ情報は各々のブロックに対応した暗号化鍵で暗号化されている。各ブロックを暗号化するための暗号化鍵が副デジタル情報としてそのECCブロック内の記録データ自身に重畳して記録されている。この暗号化鍵は各ECCブロックの先頭から14336バイト（256バイト×56ビットの暗号化鍵）の主デジタル情報に重畳して副デジタル情報として記録されている。

【0300】従って、各ECCブロックを暗号化するための暗号化鍵が副デジタル情報としてそのECCブロック内の記録データ自身に重畳して記録されている形態と

することで、例えば、正規のDVDの再生装置において各ECCブロックの読み出し信号の先頭から暗号化鍵を読み出す機能を持たせるとした場合には、この機能を持たない不正な再生装置は暗号化された主デジタル情報を解読することができない。よって、不正なDVDの再生装置が出回ることによる著作権の侵害を回避することが可能となる。

【0301】＜光ディスク記録装置＞本実施形態の光ディスク記録装置は図35と同じ構成である。主デジタル情報に副デジタル情報を重畳させながら、主デジタル情報

を暗号化して記録する動作について説明する。ECCブロック $i$  ( $i=1\sim n$ )の記録時に、暗号化鍵セクタ101aは、主デジタル情報暗号化&記録モード及び暗号化鍵記録モードを開始する旨の通知と、“ECCブロック $i$ ”を示すコンテンツID信号とを、図示されていないコントローラから受信し、暗号化鍵 $i$ を暗号化エンコーダ101bに送る。

【0302】このとき暗号化エンコーダ101bは実施の形態3に説明した手法により、ECCブロック $i$ の記録データ $J$ を暗号化鍵 $i$ で暗号化して、暗号化データをデータセクタ101cに出力する。データセクタ101cは暗号化データをフォーマッタ102に出力する。フォーマッタ102は暗号化データを交調部102aにより8-16変換しチャンネル信号Bとして位相変調器107に出力する。

【0303】実施の形態3で説明した副デジタル情報記録手法と同様にして、暗号化鍵をチャンネル信号Bに重畳させて記録する。フォーマッタ102は初期値を擬似乱数発生器104に出力し、暗号化鍵 $i$ を排他的論理和ゲート105に出力する。擬似乱数発生器104は入力される初期値とバイトクロックに基づいて擬似乱数系列を排他的論理和ゲート105に出力する。排他的論理和ゲート105は入力される擬似乱数系列と暗号化鍵 $i$ に基づいて擬似乱数系列DをPE変調器に出力106する。PE変調器106は、タイミング生成器103からのタイミング信号に基づいて、排他的論理和ゲート105から入力される擬似乱数系列DをPE変換し、得られたPE変調信号Eを位相変調器106に出力する。

【0304】位相変調器107は、PE変調器106からのPE変調信号Eに基づいて、フォーマッタ102からのチャンネル信号Bのエッジを一定の微小時間だけ遅らせるか進ませるか位相変調を行い、得られた被交調チャンネル信号Fを記録チャンネル108に出力する。記録チャンネル108は、位相変調器107からの被交調チャンネル信号Fの1/0に同期してDVD10に露光させるレーザービームをON/OFFさせる制御信号を生成し記録ヘッド109に送る。記録ヘッド109は、記録チャンネル108からの制御信号に基づいて、レーザービームをON/OFFさせながら、回転するDVD10の表面に螺旋状にスポットを当てていくことにより、カッティン

グしていく。このようにして、光学的に読み取り可能な凹又は凸のビットからなる被交調記録マークGがDVD10に形成される。

【0305】これによって暗号化鍵 $i$ を副デジタル情報としてECCブロックの先頭から256×56バイトの暗号化データに相当するチャンネル信号Bに重畳させながら記録することが可能になる。

【0306】従って、通常の再生装置を用いて、このような暗号化鍵が記録されたDVDの全ての内容をそっくりそのまま読み出した後に他のDVDに記録したとしても、元の主デジタル情報だけがコピーされ、ジッタに埋もれて記録されていた副デジタル情報(暗号化鍵)はコピーされることがない。よって、不正にコピーされたDVDは再生装置において暗号化された主デジタル情報を解読することができない。これによって海賊版のDVDが出回ることによる著作権の侵害を回避することが可能となる。

【0307】また本実施の形態では、対象とする記録媒体は光ディスクであったが、本発明は、このような種類の記録媒体に限られず、一般に呼ばれているCD-ROM、DVD-ROM、CD-R、CD-RW、DVD-RAM、DVD-RW、MO等にも適用し得る。すなわち凹凸のビットに限らず、相変化膜や磁気膜等への記録にも適用することができる。ビット(記録マーク)の位置をジッタ変調によって書き込み可能であるとするならば、穴あけ方式だけでなく、相転移(相変化)や磁化などの記録方式を採用する他の種類の記録媒体にも適用することができるからである。なお記録装置については図35に示す構成、動作を適用することができる。

【0308】＜光ディスク再生装置＞本発明に係る光ディスク再生装置は図44と同じ構成であり、暗号化鍵再生回路の内部構成を図57のように置き換えた形態となる。主デジタル情報に重畳させられた副デジタル情報を抽出しながら、主デジタル情報を復号化して再生する動作について説明する。

【0309】ECCブロック $i$  ( $i=1\sim n$ )の再生時に、再生信号処理回路304は、暗号化鍵読み出しモード及びコンテンツ復号化&再生モードを開始する旨の通知と、“ECCブロック $i$ ”を示すコンテンツID信号とを、図示されていないコントローラから受信し、復調部304aは再生チャンネルから入力される読み出し信号を16-8復調し、復調信号Pを復号化デコーダ304bとデータセクタ304cへ出力する。さらに再生信号処理回路304は、初期値記憶部304dに保持された初期値を擬似乱数発生器306に出力する。擬似乱数発生器306は、入力される初期値に基づいて擬似乱数系列(M系列)を生成する。

【0310】同期検波器307は、クロック抽出器305から出力された進相誤差信号H及び遅相誤差信号Iと擬似乱数発生器306からの擬似乱数系列との間の相関

性を検出する回路であり、各疑似乱数（1ビット）毎の結果（正の相関性あり、負の相関性あり、相関性なし）による符号列を暗号化鍵再生回路800に伝える。

【0311】暗号化鍵再生回路800は、入力されるリセット信号と符号列に基づいて暗号化鍵を読み出す。シフトレジスタ800aは、クロック抽出器305からのリセット信号をシフトクロックとして同期検波器307からの符号列をシフトさせながら記憶する56段（ビット）のシフトレジスタである。シフトレジスタ800aに56ビットの符号列が入力された直後に、カウンタ800bはロードパルス

10

を暗号化鍵記憶部800cに出力する。このとき暗号化鍵記憶部800cはシフトレジスタ800aの値を格納する。暗号化鍵記憶部800cは暗号化鍵iが格納されたら直ちに暗号化鍵iを再生信号処理回路304に出力する。

【0312】復号化デコーダ304bは、再生チャネル303から入力される復調信号の8bitデータから、暗号化鍵記憶部800cから入力される暗号化鍵iの値を減算し、データセクタ304cに出力する。例えば、暗号化鍵iが1であった場合には記録データの8bitデータから1を減算する。このときデータセクタ304cは復号化デコーダ304bの出力を選択し、再生信号として出力する。このことによって復調信号は暗号化鍵iに従って復号化される。

20

【0313】実施の形態4においては、実施の形態1の効果に加えて、各ECCブロックを暗号化するための暗号化鍵が各ECCブロックの暗号化データに重畳して記録されている。従って、データの再生において、必ず各ECCブロックを再生し、主デジタル情報に埋め込まれた暗号化鍵を読み取り、暗号化データを解読しなければならない。よって、暗号化鍵の解読機能を持たないDVDについては、不正にデータを読み出されてしまうことが防止される。

【0314】さらに、不正な暗号化鍵を外部からまたはソフトウェアから入力し、正規ディスクからデータを読み出そうとした場合には、全てのECCブロックについて暗号化鍵を解読しなければならない。従って、暗号化鍵の解読作業量を非常に膨大にでき、事実上データの読み出しを困難にできる。

【0315】本実施の形態では、各々のブロックは各々のブロックに対応した暗号化鍵で暗号化される形態としたが、本発明はこの形態に限定されない。例えば、ユーザ情報は半径位置、トラック、ECCブロック、セクタ等の物理的な記録構造に関連したバイト数や特定領域の記録データの集合体を単位として複数の記録データの集合体に分割され、上記記録データの集合体は各々上記記録データの集合体に対応した暗号化鍵で暗号化される形態とすることもできる。暗号化鍵の数が多いほどユーザ情報のより強力な秘匿化が可能になる。

【0316】また、本実施の形態では、あるブロックに

50

対応する暗号化鍵が、そのブロック自身の記録データの列に重畳して記録される形態としたが、本発明は形態に限定されるものではない。図58に示すように、ある記録データの集合体を暗号化する暗号化鍵が、1つ手前の記録データの集合体の記録データに重畳して記録される形態とすれば、連続するデータの集合体を連続再生した場合に、所望のデータの集合体を再生するときに、すでに1つ手前のデータの集合体の再生時に暗号化鍵を読み出してあるので、即座に（暗号化鍵を読み出す時間を待たずに）復号化をすることが可能になる。このようにある記録データの集合体を暗号化する暗号化鍵が、その記録データの集合体とは異なる記録データの集合体の記録データに重畳して記録される形態とすることができる。

【0317】上記実施形態3～4の光ディスクによれば、暗号化鍵が副デジタル情報として読み取り困難な態様で主デジタル情報に埋め込まれるので、記録マークの有無だけに基づいて光ディスクをコピーした場合には、暗号化鍵はコピーされないので、暗号化された主デジタル情報を解読されることを阻止することが可能になり、光ディスク上のデジタル著作物がそっくりそのまま不正にコピーされることによる著作権侵害の防止が可能となる。

【0318】また、上記実施形態3～4の光ディスクによれば、暗号化鍵がジッタ変動によって埋め込まれているため、その解読が困難であり、暗号化鍵の秘匿化が高くなる。

【0319】上記実施形態3～4の光ディスク再生装置によれば、暗号化鍵を読み出すことができない光ディスクについては、暗号化された記録データを復号できないため、不正に記録データが読み出されてしまうことが防止される。従って、暗号化鍵を含む正規の光ディスクをデッドコピーすることによって新たな光ディスクを作成しても、ジッタ変動によって埋め込まれていた暗号化鍵も一緒にコピーされない限りは、その光ディスクは、再生装置において暗号化された主デジタル情報を解読することができないため、著作権が保護される。

【0320】

【発明の効果】本願発明によれば、副デジタル情報として読み取り困難な態様で主デジタル情報に埋め込まれるので、記録マークの有無だけに基づいて光ディスクをコピーした場合には、副デジタル情報はコピーされない。これにより、光ディスク上のデジタル著作物がそっくりそのまま不正にコピーされることや、主デジタル情報を解読されることを阻止することが可能になり、光ディスク上のデジタル著作物がそっくりそのまま不正にコピーされることによる著作権侵害の防止が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1における光ディスクの領域を説明した図。

【図2】 実施の形態1における光ディスクの識別領域

の拡大図。

【図3】 実施の形態1における副デジタル情報を構成する、位相変調して記録されたビットを説明した図。

【図4】 実施の形態1における光ディスクの再生装置のブロック図。

【図5】 (a) 副デジタル情報が記録されたトラック、(b) (a) のトラックを再生したときの位相比較器の出力信号波形、(c) (a) のトラックを再生したときのLPFの出力信号波形、(d) (a) のトラックを再生したときの振幅検出器の出力信号波形を示した図。

【図6】 本発明の実施の形態1における別の光ディスクの領域を説明した図。

【図7】 本発明の実施の形態1におけるさらに別の光ディスクの領域を説明した図。

【図8】 本発明の実施の形態1におけるさらに別の光ディスクの領域を説明した図。

【図9】 光ディスクに含まれるコンテンツの識別情報と、それが格納される識別領域との関係の例を説明した図。

【図10】 副デジタル情報を記録するためにビットを半径方向にシフトする変調を説明した図。

【図11】 本発明の実施の形態1におけるさらに別の光ディスクの領域を説明した図。

【図12】 本発明の実施の形態1におけるさらに別の光ディスクの領域を説明した図。

【図13】 従来例における不正コピー装置のブロック図。

【図14】 (a) 光ディスクの領域を説明した図、

(b) 副デジタル情報の変調方法を説明した図、(c) 30 管理情報の内容を説明した図。

【図15】 実施の形態2の光ディスクの記録装置の構成を示すブロック図。

【図16】 実施の形態2の記録装置におけるフォーマットの詳細な構成を示すブロック図。

【図17】 実施の形態2の記録装置における位相変調器の詳細な構成を示すブロック図。

【図18】 実施の形態2の記録装置における副デジタル情報発生器の詳細な構成を示すブロック図。

【図19】 実施の形態2の記録装置によって形成されたビットについてのジッタの頻度分布を示すグラフ。 40

【図20】 実施の形態2の記録装置における主な信号のタイミングチャート。

【図21】 秘密鍵、疑似乱数系列及び記録データの対応関係を示す図

【図22】 実施の形態2の記録装置における主な信号のタイミングチャート。

【図23】 (a) 光ディスクの領域を説明した図、

(b) 管理情報の内容を説明した図。

【図24】 (a) 光ディスクの領域を説明した図、 50

(b) 管理情報の内容を説明した図。

【図25】 実施の形態2の光ディスクの再生装置の構成を示すブロック図。

【図26】 実施の形態2の再生装置のクロック抽出器の詳細な構成を示すブロック図。

【図27】 (a) クロック抽出器における位相誤差信号分離器の詳細な構成を示す回路図、(b) その位相誤差信号分離器の動作を説明するための各信号のタイミングチャート。

【図28】 実施の形態2の再生装置の再生信号処理回路の詳細な構成を示すブロック図。

【図29】 実施の形態2の再生装置の同期検波器の詳細な構成を示す回路図。

【図30】 実施の形態2の再生装置の積分器から出力されるアナログ信号波形の例を示す図。

【図31】 実施の形態2の再生装置の検証部の詳細な構成を示すブロック図。

【図32】 変位バターンゲートのタイミングチャート。

【図33】 従来の光ディスクの記録領域を説明する図。

【図34】 実施形態3の光ディスクにおける制御情報領域とユーザ情報領域を説明するための図。

【図35】 実施形態3の光ディスク記録装置の構成を示すブロック図。

【図36】 実施形態3の記録装置における主な信号のタイミングチャート。

【図37】 実施形態3の記録装置の暗号化器の詳細な構成を示すブロック図。

【図38】 実施形態3の記録装置のフォーマットの詳細な構成を示すブロック図。

【図39】 暗号化鍵、疑似乱数系列及び記録データの対応関係を示す図。

【図40】 実施形態3の記録装置の疑似乱数発生器の詳細な構成を示す回路図。

【図41】 実施形態3の記録装置の位相変調器の詳細な構成を示すブロック図。

【図42】 実施形態3の記録装置によってビットが形成されたDVDの表面を示す図。

【図43】 実施形態3の記録装置によって形成されたビットについてのジッタの頻度分布を示すグラフ。

【図44】 実施形態3の光ディスクの再生装置の構成を示すブロック図。

【図45】 実施形態3の再生装置のクロック抽出器の詳細な構成を示すブロック図。

【図46】 (a) クロック抽出器における位相誤差信号分離器の詳細な構成を示す回路図、(b) 位相誤差信号分離器の動作を説明するための各信号のタイミングチャート。

【図47】 実施形態3の再生装置の再生信号処理回路



61

の詳細な構成を示すブロック図。

【図48】 実施形態3の再生装置の同期検波器の詳細な構成を示す回路図。

【図49】 実施形態3の再生装置の積分器から出力されるアナログ信号波形の例を示す図。

【図50】 実施形態3の再生装置の暗号化鍵再生回路の詳細な構成を示すブロック図。

【図51】 光ディスク再生装置に不正なイネーブル信号が外部から入力されことを説明した図

【図52】 正規ディスクと不正ディスクの判別機能を持たない、光ディスクの再生装置を示した図。

【図53】 光ディスク再生装置に不正な暗号化鍵が外部から入力されたことを示す図。

【図54】 暗号化エンコーダの詳細な構成を示す図。

【図55】 暗号化方法の一例を示した図。

【図56】 副デジタル情報として記録される、ECCブロック毎に設けられた暗号化鍵を説明するための図。

【図57】 実施の形態4の光ディスク再生装置の暗号化鍵再生回路の詳細な構成を示すブロック図

【図58】 副デジタル情報として記録される、ECCブロック毎に設けられた暗号化鍵を説明するための図。

【符号の説明】

10、20 光ディスク(DVD)

12 コントロール領域

13、13a、13b 識別領域

14、14a、14b データ領域

\*

62

\*100、100a 光ディスク記録装置

101 暗号化器

102 フォーマッタ

103 タイミング生成器

104 擬似乱数発生器

107 位相変調器

108 記録チャンネル

109 記録ヘッド

121 副デジタル情報発生器

10 207、227、247 管理情報

208、228、248 ディスク管理情報

209、229、249 副デジタル情報管理情報

210、220、250 閾値情報

212、232、252 副デジタル情報配置位置情報

213、233、253 副デジタル情報変位パターン

情報

214、234、254 擬似乱数発生器初期値情報

300、1200 光ディスク再生装置

302 再生ヘッド

303 再生チャンネル

304 再生信号処理回路

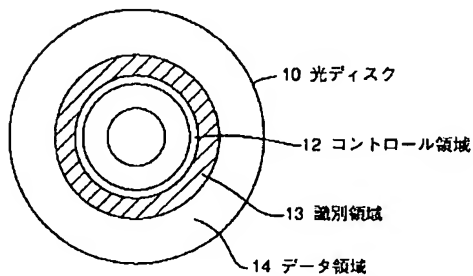
305 クロック抽出器

306 擬似乱数発生器

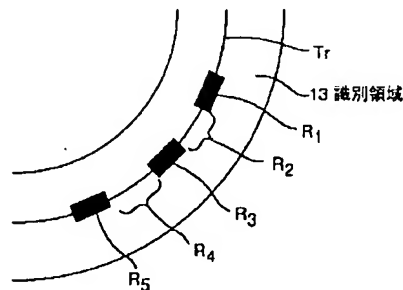
307 同期検波器

308 暗号化鍵再生回路

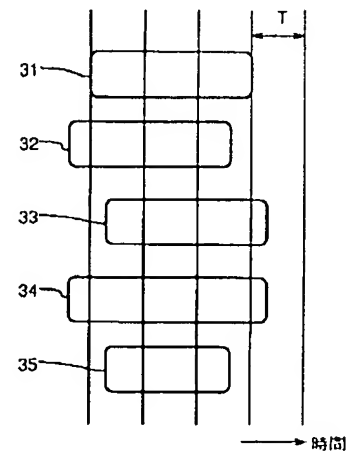
【図1】



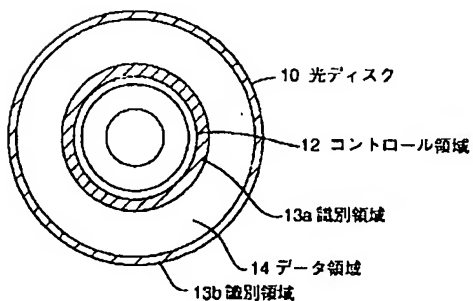
【図2】



【図3】



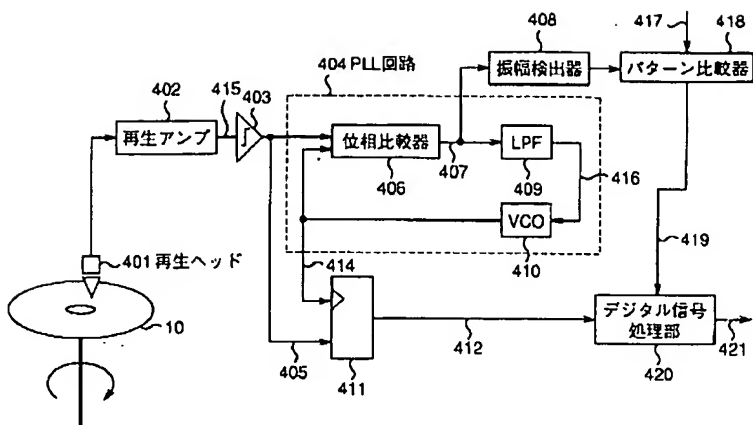
【図6】



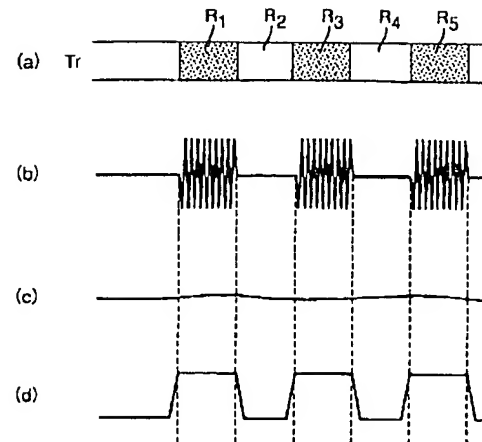
【図21】

秘密鍵 1011010001101...1 (56ビット)  
 擬似乱数系列 01001...1 (256ビット)  
 チャンネルコード 00100...0 (16ビット/1バイト)

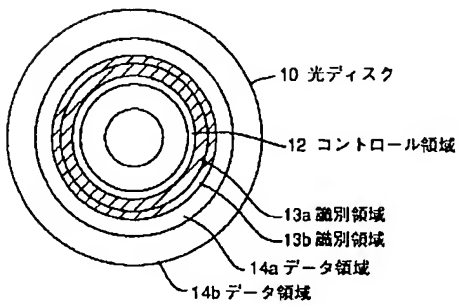
【図4】



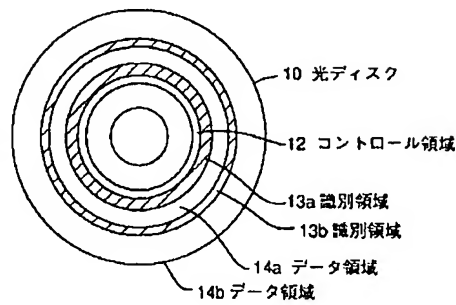
【図5】



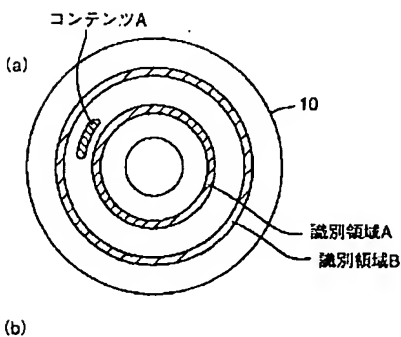
【図7】



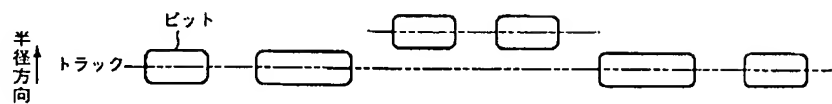
【図8】



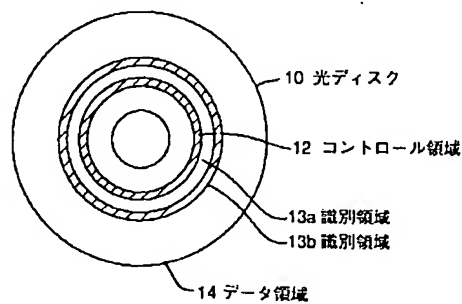
【図9】



【図10】

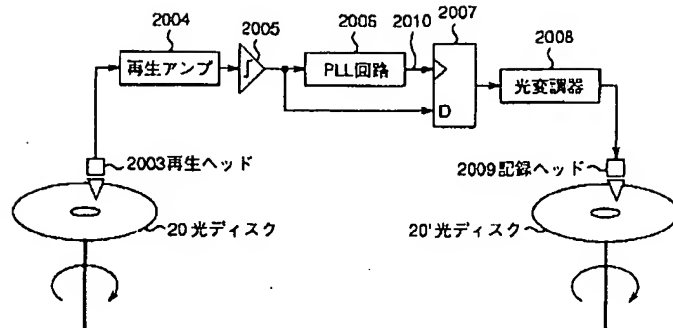


【図11】

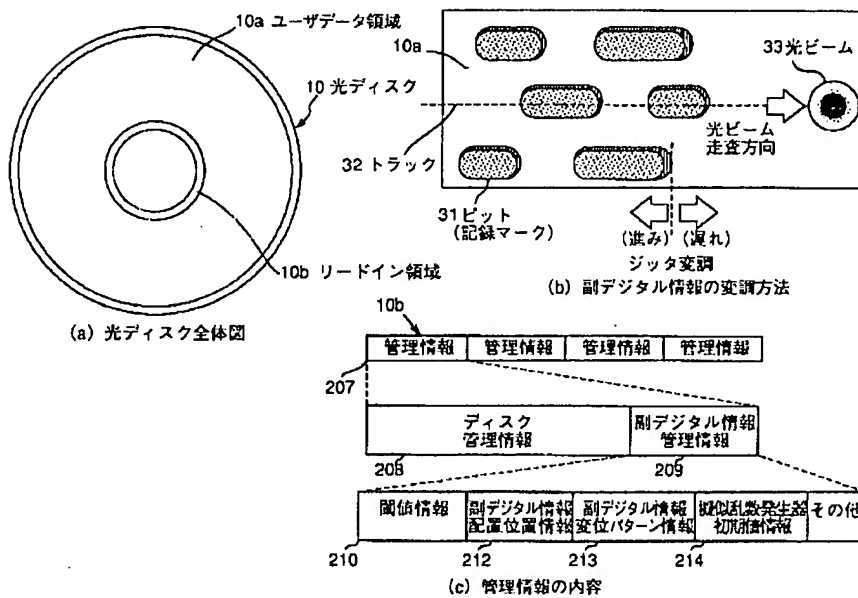


	識別領域A	識別領域B
コンテンツA の識別情報	A <sub>1</sub>	
	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>
	A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub>	
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>
	A <sub>1</sub> , A <sub>1</sub>	
	A <sub>1</sub> , A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> , A <sub>1</sub>
	A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub>
	A <sub>1</sub> , A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> , A <sub>2</sub>

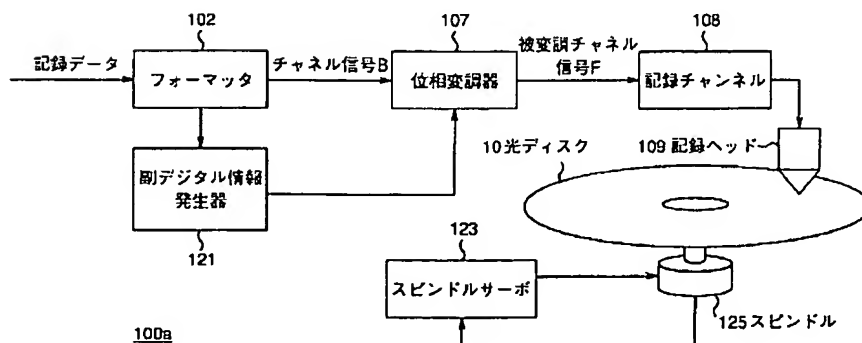
【圖 13】



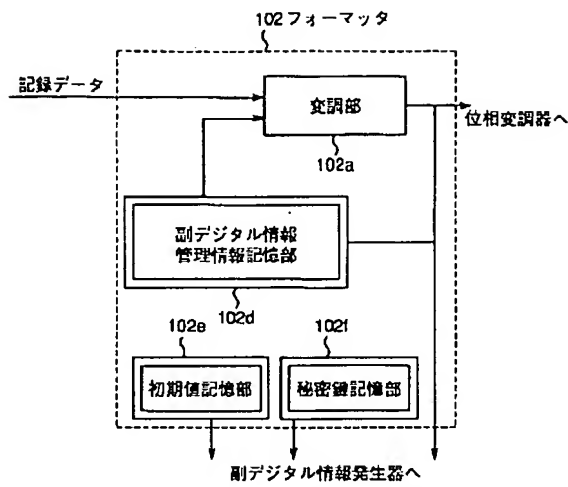
【図 14】



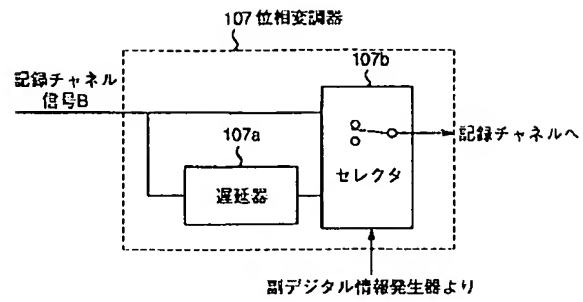
【図 15】



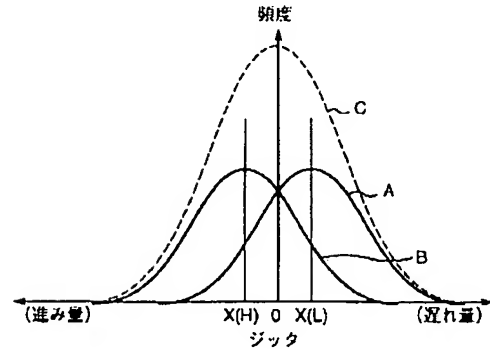
【図16】



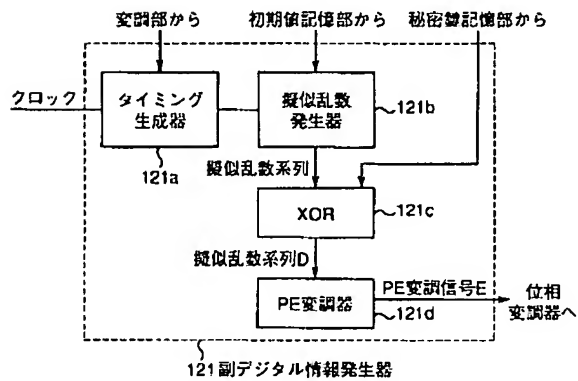
【図17】



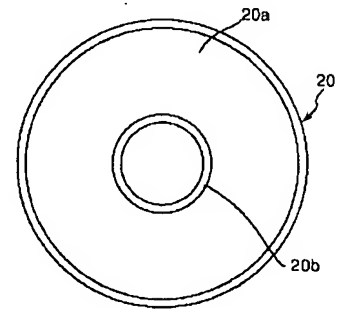
【図19】



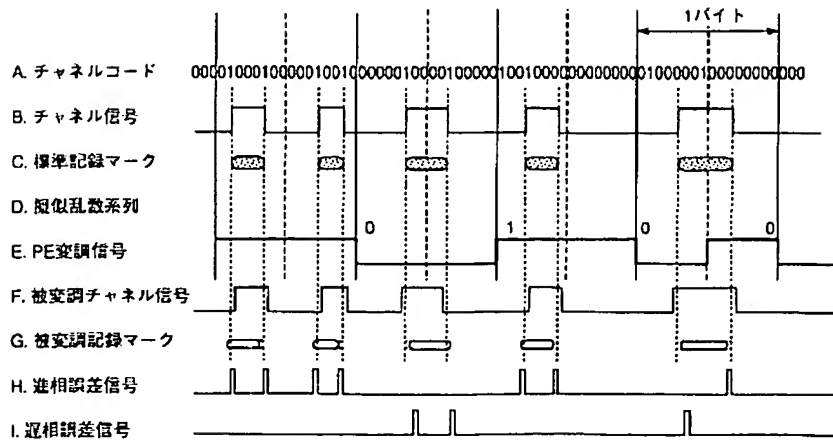
【図18】



【図33】



【図20】

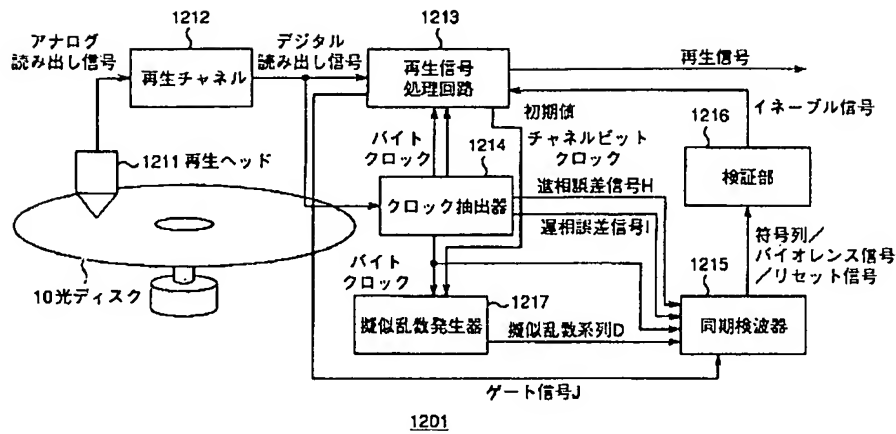


A. チャンネルコード  
B. チャンネル信号  
C. 標準記録マーク  
D. 擬似乱数系列  
E. PE変調信号  
F. 被変調チャンネル信号  
G. 被変調記録マーク  
H. 進相誤差信号  
I. 遅相誤差信号  
J. ゲート信号

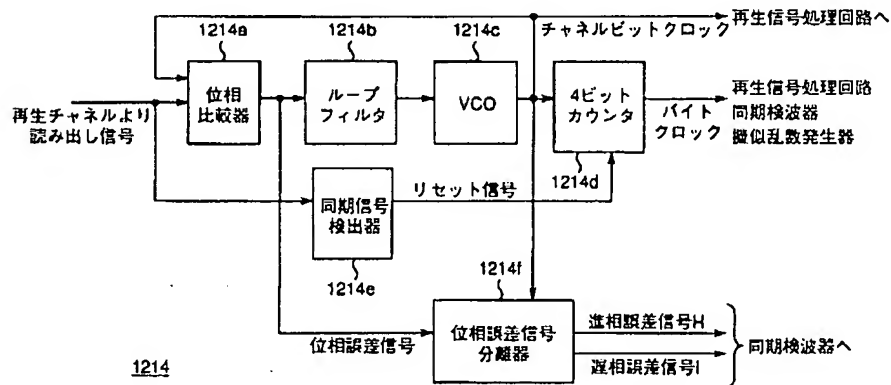
(a) 光ディスク全体図

(b) 管理情報の内容

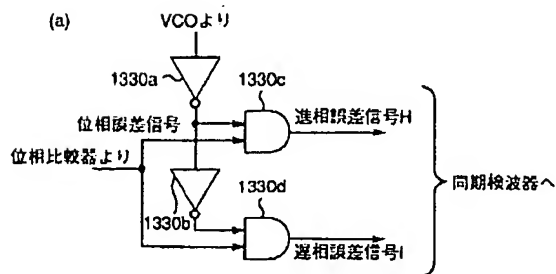
【図25】



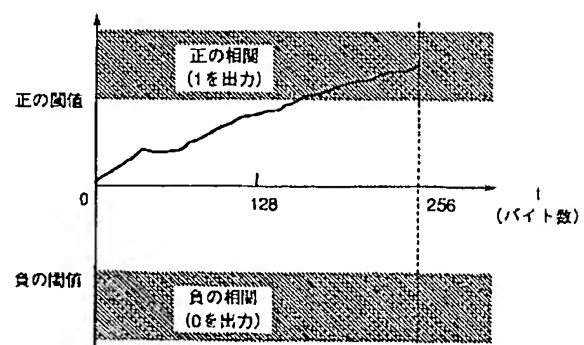
【図26】



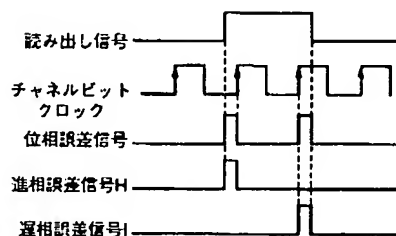
【図27】



【図30】



(b)

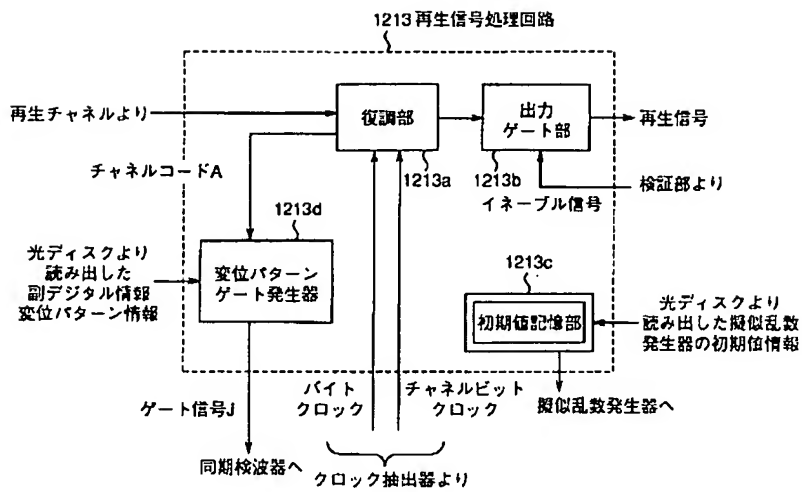


【図39】

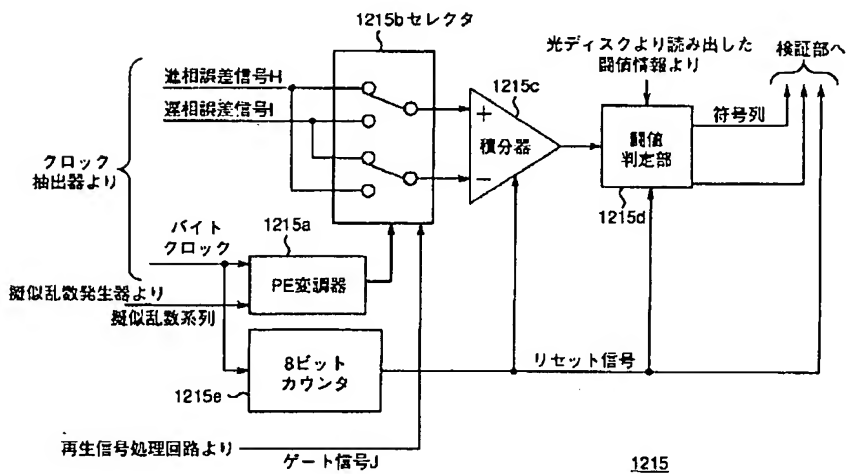
暗号化鍵 1011010001101...1 (56ビット)  
 擬似乱数系列 01001...1 (256ビット)  
 チャンネルコード 00100...0 (16ビット/1バイト)



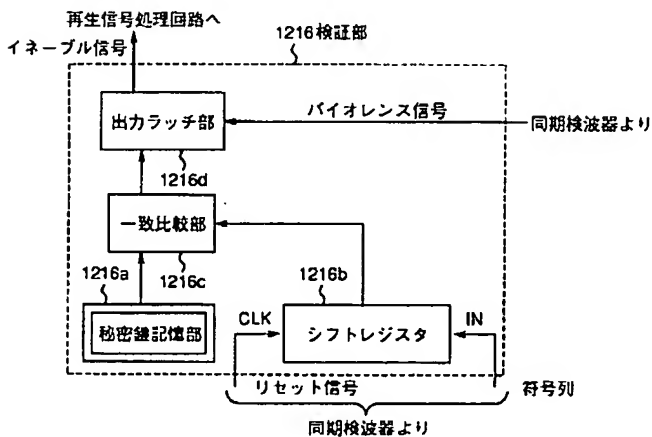
【図28】



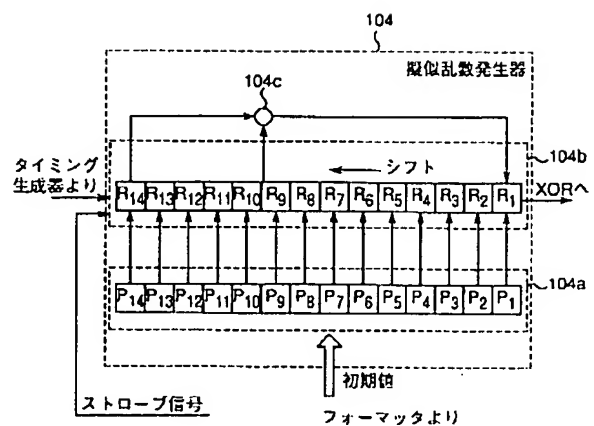
【図29】



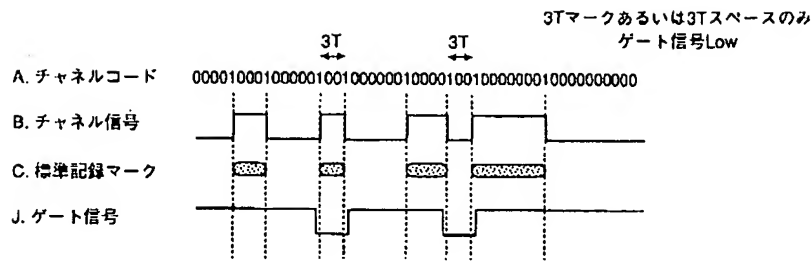
【図31】



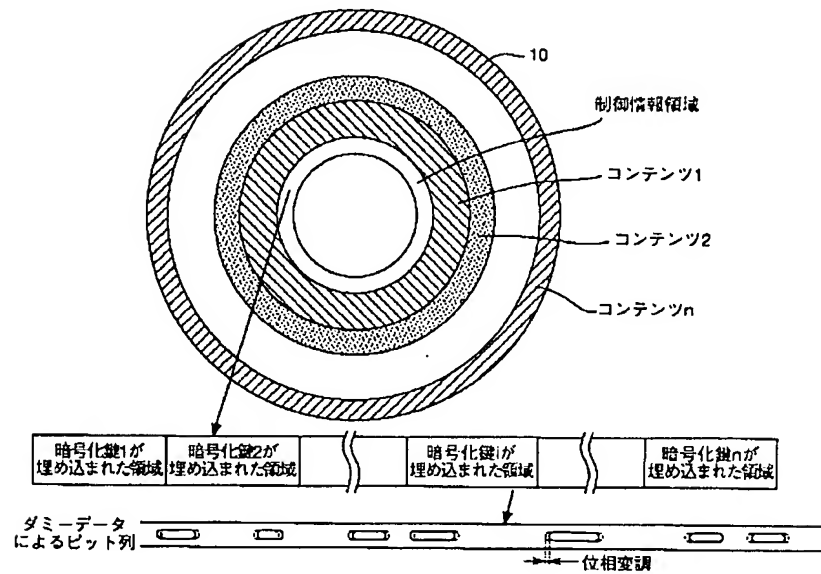
【図40】



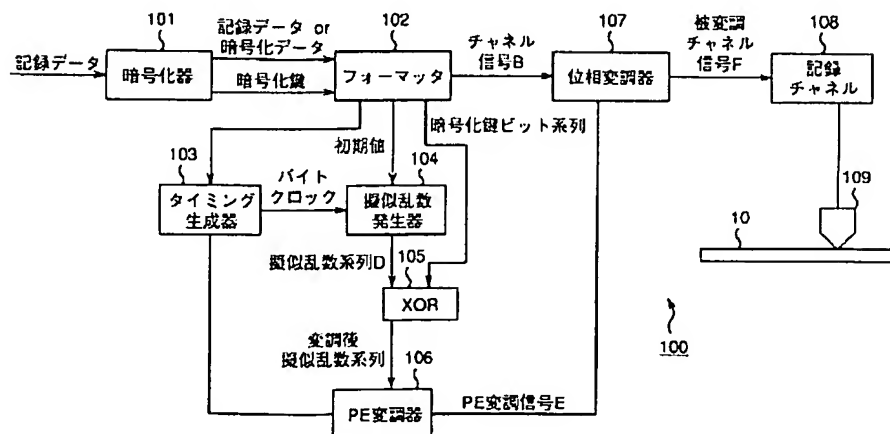
【図32】



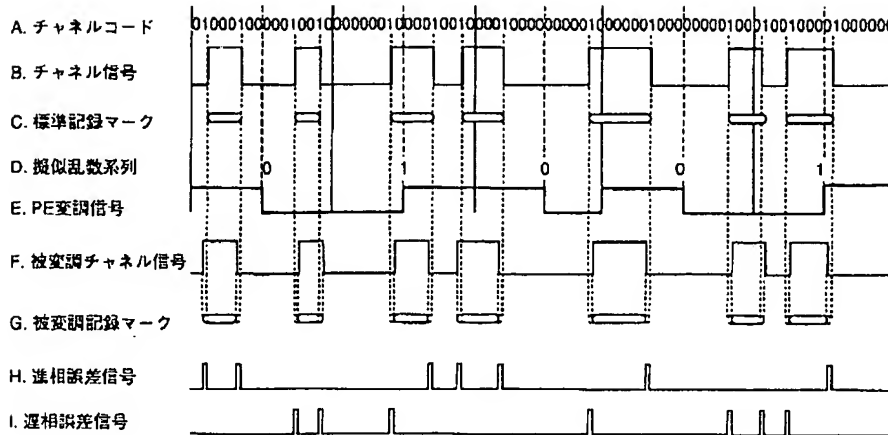
【図34】



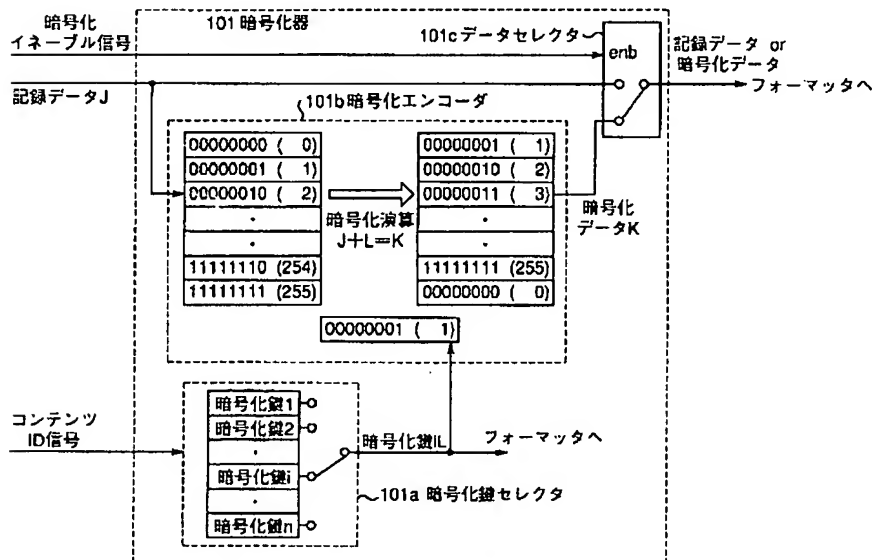
【図35】



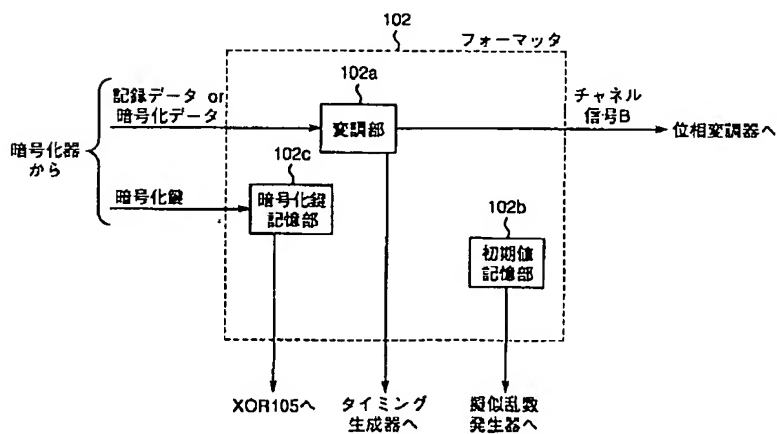
【図36】



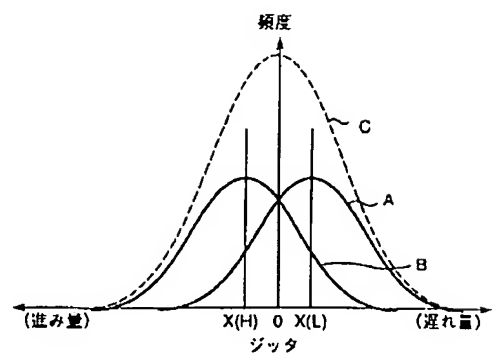
【図37】



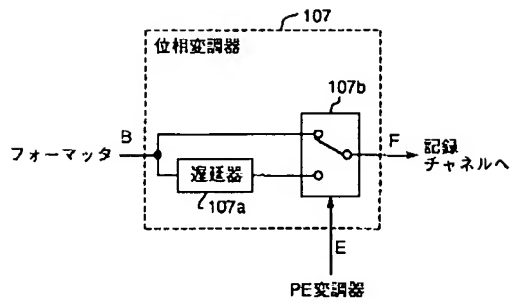
【図38】



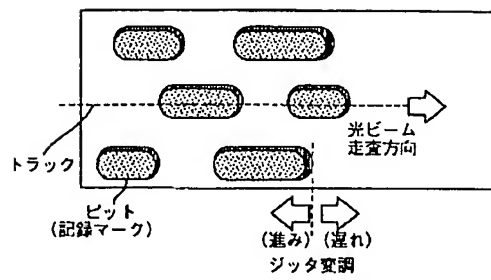
【図43】



【図41】

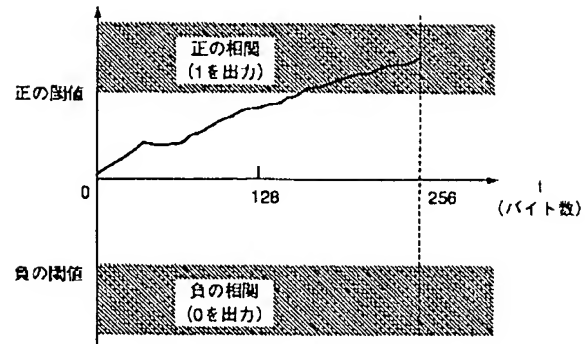
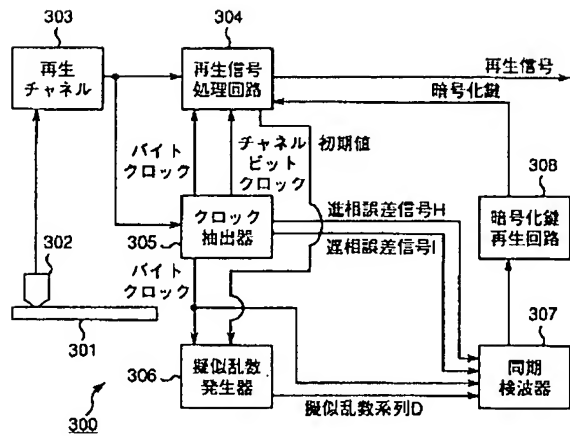


【図42】

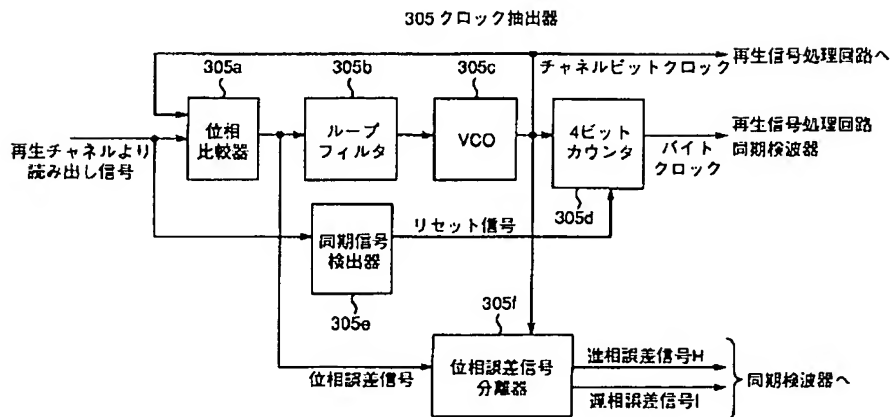


【図49】

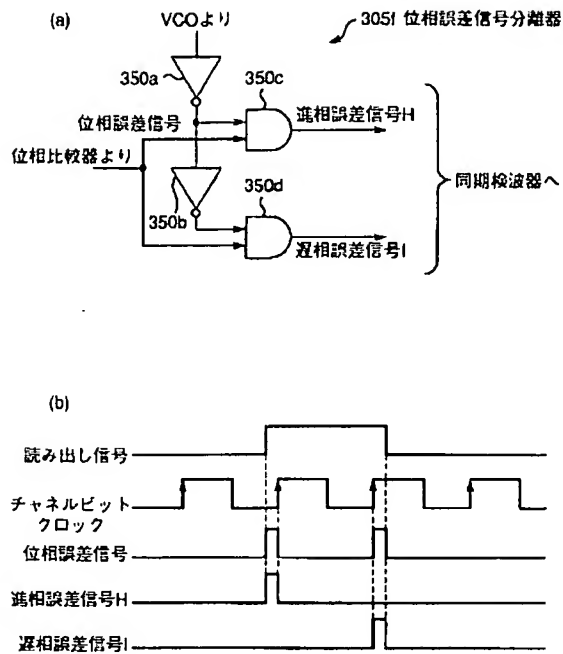
【図44】



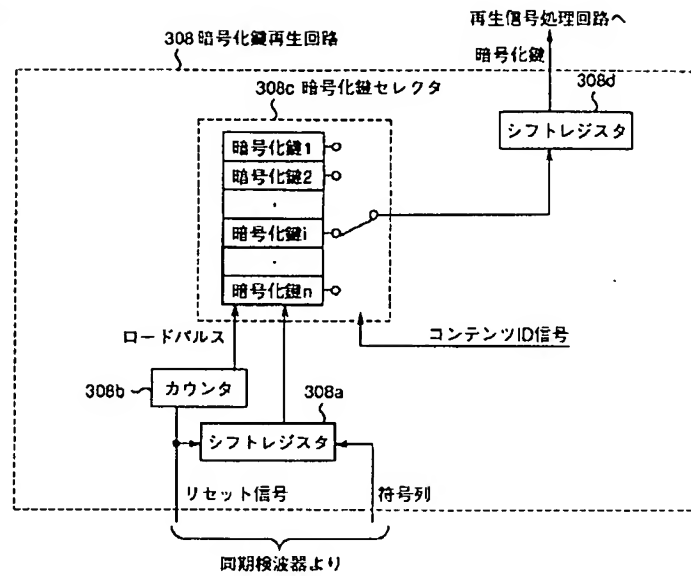
【図45】



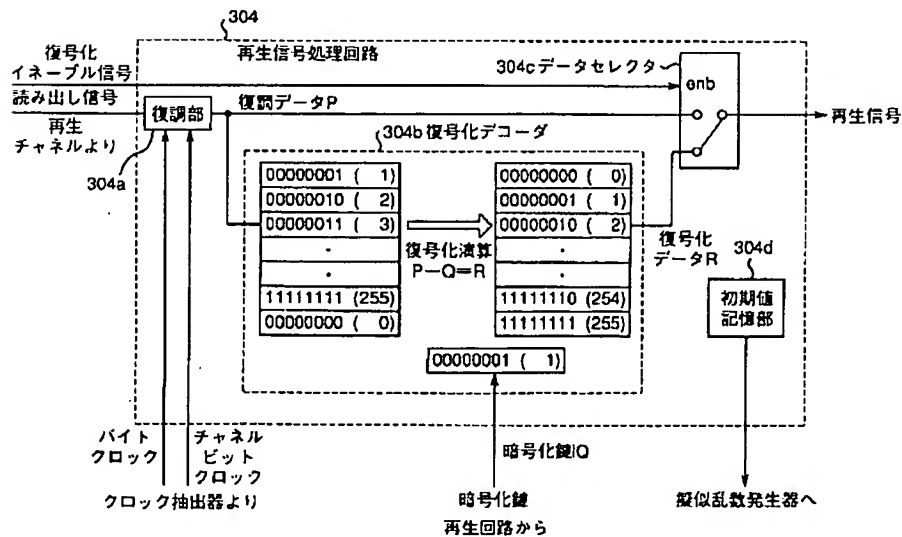
【図46】



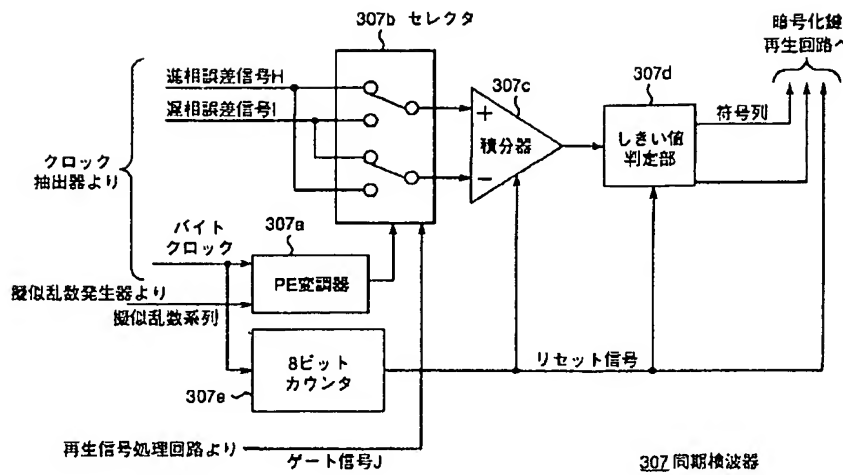
【図50】



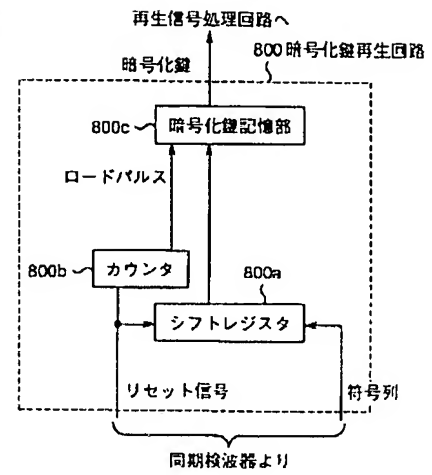
【図47】



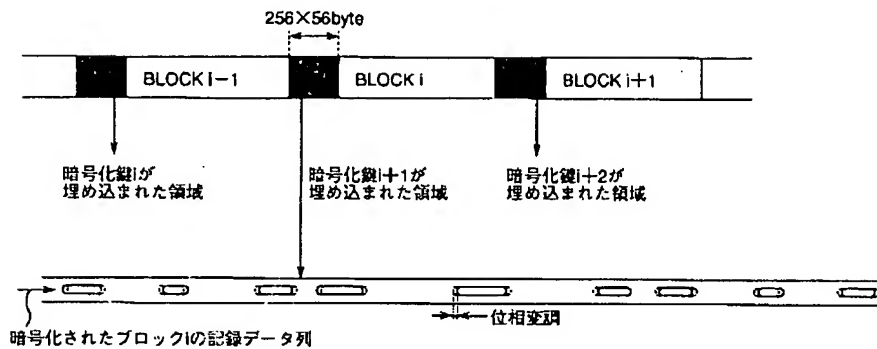
【図48】



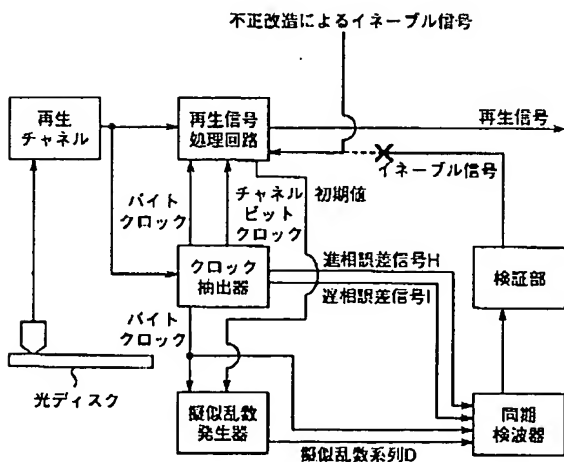
【図58】



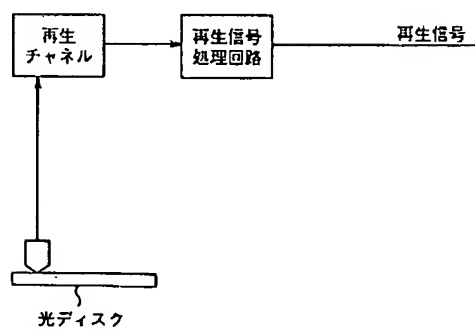
【図51】



【図52】

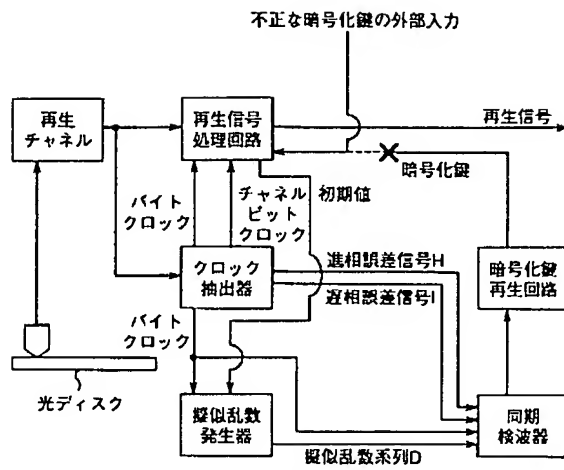


【図53】

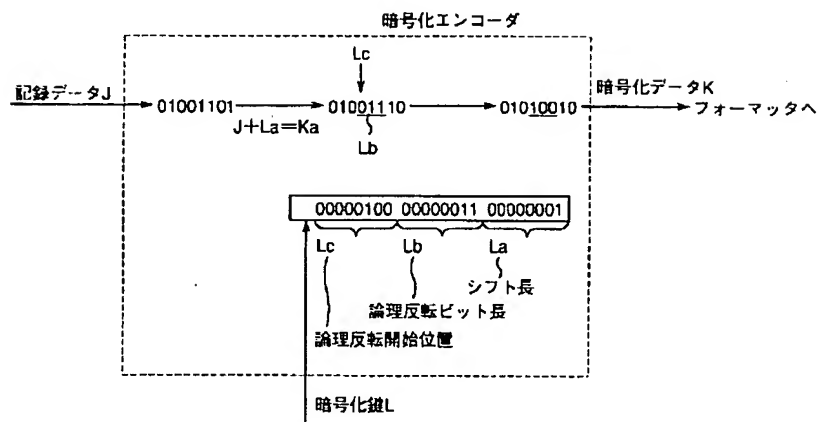




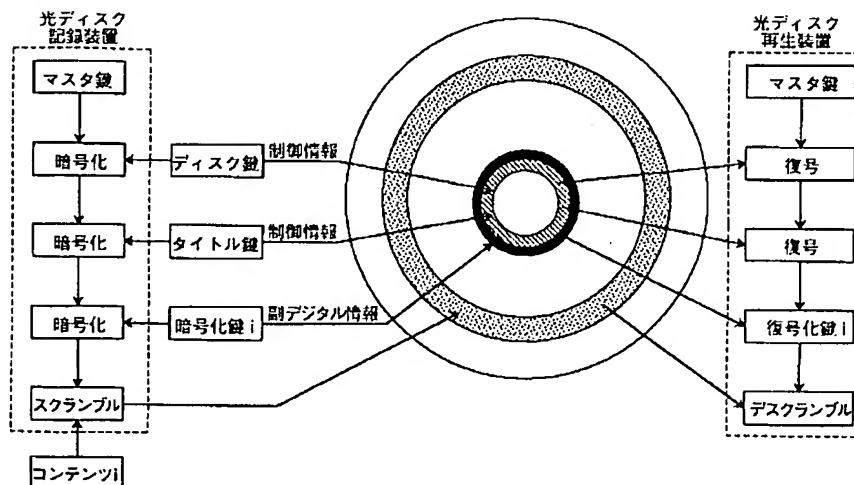
【図54】



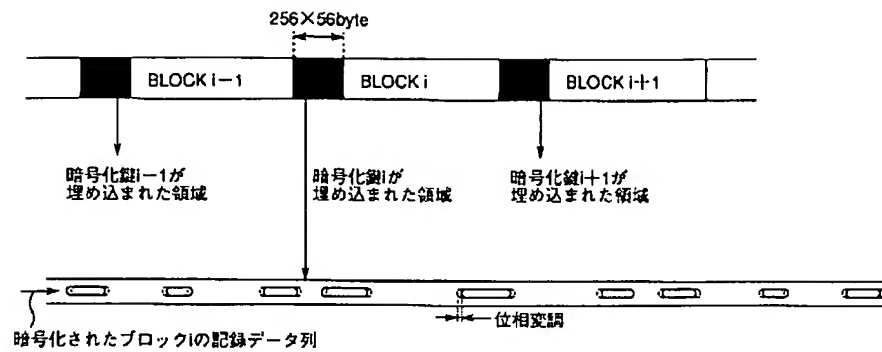
【図55】



【図56】



【図57】



フロントページの続き

(72)発明者 石田 隆  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 石橋 広通  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 宮下 晴旬  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 千賀 久司  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 高橋 里枝  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
F ターム(参考) 5B065 BA03 PA04 PA08  
5D044 AB02 BC03 CC06 DE29 DE50  
DE54 EF02 EF05 FG18 GK12  
GK17 HH15 HL08  
5D090 AA01 BB02 CC18 FF07 GG17  
GG34 GG36 HH02